





كروية الأرض

وتطبيقاتها من المنظورين التاريخي والعلمي

Sphericity of the Earth and its Applications from Historical & Scientific Perspectives



أ. د. عبد الله بن محمد العمري

د. سائر بصمه جي

الطبعة الأولى

ربيع الثاني ١٤٤٣هـ - نوفمبر ٢٠٢١م

كروية الأرض

وتطبيقاتها من المنظورين التاريخي والعلمي

Sphericity of the Earth and its Applications from Historical & Scientific Perspectives



أ. د. عبد الله بن محمد العمري

كلية العلوم - جامعة الملك سعود- الرياض

رئيس تحرير المجلة العربية للعلوم الجيولوجية AJGS

د. سائر بصمه جي

معهد التراث العلمي العربي

جامعة حلب - سورية

الطبعة الأولى

ربيع الثاني ١٤٤٣هـ - نوفمبر ٢٠٢١م



فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العمري، عبدالله محمد سعيد

كروية الأرض وتطبيقاتها من المنظورين التاريخي والعلمي./

عبدالله محمد سعيد العمري، سائر بصمة جي

(مؤلف مشارك) .- الرياض، ١٤٤٣هـ

٥٦٠ ص ؛ ١٧ X ٢٤سم

ردمك : ٨ - ٩٤٩٦ - ٠٣ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الأرض ٢ - الأرض - تاريخ أ. العمري، عبدالله محمد سعيد

(مؤلف مشارك) ب. العنوان

ديوي ٥٥٠ ١٤٤٣ / ٣١٧٤

رقم الإيداع : ١٤٤٣ / ٣١٧٤

ردمك : ٨ - ٩٤٩٦ - ٠٣ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حقوق الطبع محفوظة

الطبعة الأولى

ربيع الثاني ١٤٤٣هـ - نوفمبر ٢٠٢١م


بسم الله الرحمن الرحيم




الفهرس





شكر وتقدير

الحمـد والشـكر لله الـذي سـاعدنا في إنجاز هـذا العمـل المرتبـط بعلم الجيولوجيـا من النـاحية التاريخية، ونأمل أن يكـون مفيـداً لأبنـائنـا طـلاب الجامعـات العربيـة والبـاحثين أيضـاً وكافـة المهتمـين بشـتى علـوم الأرض. وننتهـز الفرصـة للتقـدم بخالـص الشـكر والامتنـان للجمعيـة السـعودية لعلـوم الأرض وللمجلـة العربيـة للعلـوم الجيولوجيـة AJGS علـى دعمهمـا في طباعـة هـذا الكتـاب، والشـكر موصـول لـكل مـن سـاهم في مراجعـة وإخـراج هـذا الكتـاب.



مُقدَّمة

ليس من السهل أن تحكم على كروية الأرض أو تسطّحها وأنت تعيش على مساحاتٍ هائلةٍ مستويةٍ من التضاريس والأفق، دون مراقبة بعض الظواهر الطبيعية والاستدلال بها، أو دون أنْ تتوفر لديك وسيلةٌ للخروج بعيداً عن كوكب الأرض، ومعرفة شكله الحقيقي كما حدث في عصر الفضاء في القرن العشرين.

يصنف موضوع كروية الأرض اليوم تحت علم هيئة الأرض ومساحتها أو كما يُعرّب المصطلح المعبر عنها (بالجيوديسيا Geodesy)، الذي اشتق من اليونانية، وهي تعني حرفياً «تقسيم الأرض». حيث إنّ الهدف الأول من هذا العلم هو أن يوفّر إطاراً دقيقاً للتحكم في عمليات المسح الطبوغرافية الوطنية. وبالتالي، فإن الجيوديسيا هي العلم الذي يحدد شكل الأرض والعلاقة المتبادلة لنقاط مختارة على سطحها إما بتقنيات مباشرة أو غير مباشرة (Smith, 1997).

وقد اهتمت الجيوديسيا بشكل أساسي بتحديد شكل الأرض فيما يتعلق بالمواقع النجمية، وزودت أيضاً علم الفلك بوحدة طول لقياس أبعاد الأجرام السماوية وأبعاد الكون. لقد كانت الجيوديسيا أساسيّة أيضاً لعلوم الأرض (رسم الخرائط، والجيولوجيا، والجيوفيزياء) كما كانت ضروريةً غالباً للمهام العسكرية والاستعمارية، سواءٌ لقياس خطوط الطول أو العرض، أو تحديد الموقع الفلكي للمحطات الجيوديسية، فقد استخدم الضباط العسكريون على الأرض التقنيات التي جرى إنشاؤها لمراقبة النجوم، مع تكييف المهارات والمعرفة المميزة للمرصد الفلكي لقياس أبعاد الأجسام الأرضي، وخلال القرن

التاسع عشر، اعتمد عدد كبير من الدول الغربية على الجيوديسيا لتأسيس القوة الإقليمية وممارستها، وبذلك أصبحت الجيوديسيا مكوناً مركزياً للعمل المنجز في المراصد الأوروبية الرئيسة (Schiavon، 2010).

وقد يتساءل الكثير من القراء لماذا من الضروري إفراد كتاب يُبذل فيه جهد كبير عن تاريخ كروية الأرض عبر العصور، ونحن نعيش في عصر قد تأكدت فيه كروية الأرض بشكل قطعي ويقيني؛

في الواقع إن الذي دفعنا لتخصيص جزء لا بأس به من وقتنا لدراسة هذا الموضوع سببين:

السبب الأول: ظهور عدد من المؤرخين المعاصرين لموضوع كروية الأرض الذين أنكروا أية مساهمة «للعلماء المسلمين في هذا الموضوع» (Garwood، 2008)، سواءٌ القول بكرويتها أو تسطيحها أو تطبيقاتها، وهو ما لم نقتنعُ به، وبالتالي وجدنا أنه يتوجب علينا إبراز مساهمتهم القوية التي لا يمكن أن تُنكرَ في تأسيس علم هيئة الأرض ومساحتها (الجيوديسيا).

السبب الثاني: هو ظهور تيارٍ كبير معاصرٍ من الناس (في العالم العربي والغربي) الذين صاروا مقتنعين – بحكم خضوعهم لتأثير وسائل التواصل الاجتماعي- بنظرية المؤامرة، وأنّ وكالات الفضاء وعلماء الفلك «يكذبون» على الناس حول حقيقة شكل الأرض.

لذلك كان لابد من أنّ ننبري للتصدي لتفنيد أقوال المؤرخين بالدرجة الأولى، وتقديم الأدلة التي تثبت أن العلماء العرب والمسلمين ما فتئوا يقدمون الأدلة العلمية والمنطقية التي تؤكد على كروية الأرض منذ (القرن 9م وحتى نهاية القرن 19م)، وهي الأدلة التي وجدناها نفسها تظهر في كتابات العلماء الأوربيين منذ القرن 13م وحتى نهاية القرن 19م.



من ناحيةٍ أخرى فإن الدراسات العربية والاستشراقية التي ركزت على موضوع كروية الأرض كانت قليلة جداً، أو أنها تمرّ مرور الكرام دون الوقوف بشكل شامل على كل إسهامات العرب والمسلمين ومقارنتها مع السابقين أو اللاحقين.

لقد تبين لنا – بعد إجراء مسحٍ شامل – أنّ موضوع (كروية الأرض أو تسطيحها) قد خاض فيه كل من رجال العلوم الدينية والعلوم الكونية من العرب والمسلمين. ويكاد يكون هناك شبه إجماعٍ كاملٍ من قبل رجال العلوم الكونية على كرويتها نظراً للأدلة والبراهين العلميّة والهندسية التي اعتمدوا عليها.

أما رجال العلوم الدينية الإسلامية فقد انقسموا لفريقين: أحدهما قال إنها كرويةٌ وقدم أدلته الشرعية على ذلك، والآخر قال إنها مسطحةٌ وقدم أدلته الشرعية على ذلك، وقد لاحظنا أنّ سبب الخلاف الذي دبّ بينهما يعود إلى الاختلاف في «تأويل النص القرآني»؛ فالبعض أخذ بجانبٍ من معنى النص، والبعض الآخر أخذ بنقيضه، وقد بحث في موضوع كروية الأرض من علماء الإسلام الكبار: ابن تيمية وابن القيم الجوزي وبرهنوا اعتماداً على النصوص القرآنية والأحاديث النبوية الشريفة الموثّقة أنّ الأرض كروية، وبالتالي فإنّ الباحث داني فولكنر D. Faulkner لم يكن على صواب عندما قال: «نظراً لأن النسخة المسيحية من علم كون الأرض المسطحة Flat Earth مبني ظاهرياً على أساس الكتاب المقدس، لذلك يجب أن أستجيب للحجج الكتابية المقدمة بشأن الأرض المسطحة أيضاً. كما أنني أشكّ في أنّ المعتقدات اللاهوتية الأخرى داخل حركة الأرض المسطحة ستهتم بهذا الجزء» (Faulkner، 2019). إذْ ربما قصر نظرته على ما بين يديه من كتب لاهوتية باللغة الإنكليزية فقط، وللأسف لم يكلّف نفسه عناء الاطلاع على ما جاء في القرآن الكريم من آياتٍ تؤكّد على كروية الأرض.

على العموم، لن نخوض كثيراً في هذا العمل في الجدل الديني (الإسلامي- الإسلامي) أو (الإسلامي - المسيحي) حول كروية الأرض أو تسطيحها، فهو بعيدٌ جداً عن هدف الكتاب؛ وإنما سنركز على إسهامات رجال العلوم الكونية الذين قدموا الأدلة والبراهين العلمية والهندسية على كرويتها، ونحاول أنْ نميّز بين الأدلة التي قدمتها الحضارات السابقة والأدلة التي قدمها العلماء العرب والمسلمين.

لقد طوّر العلماء العرب والمسلمين منذ عصر المأمون هذا العلم باتجاهين (راشد، 2005م):

الأول: تحديد مواقع النقاط المتميزة على سطح الأرض.

الثاني: تحديد ما يتعلق بشكل الأرض وقياسها، سواء جزئياً أو كلياً، وبحساب قياس خط نصف النهار، ولخدمة هذا الاتجاه نظّم المأمون بعثاتٍ علميةٍ إلى صحارى بلاد الشام لإجراء بعض القياسات المتعلقة بحساب محيط الأرض وقطرها.

وهما الاتجاهان اللذان سيكون لهما تأثير كبير في تطوير علم رسم الخرائط العربي، وبالتحديد (الإسقاط الكروي Spherical projection) الذي بلغ ذروته عند البيروني، والذي سينسب لاحقاً إلى ج. ب. نيكولوسي الصقلي (1660م) J. B. Nicolosi، ثم سيقوم الإنكليزي أرو سميث (1794م) Arrow smith بتبنيه (راشد، 2005م).

من ناحيةٍ أخرى معاصرة، وبدءاً من عام 2012 تقريباً، كان هناك انبعاثٌ كبيرٌ للاهتمام بفكرة الأرض المسطحة؛ حيث بدأ ذلك إريك دوباي E. Dubay، الذي نشر على الشابكة (الإنترنت) كتابين حول هذا الموضوع: الأول هو (مؤامرة الأرض المسطحة Flat-Earth Conspiracy)، والثاني هو (200 دليل على أن الأرض ليست كرة دوّارة Proofs the Earth Is Not a Spinning Ball 200)،

وسرعان ما تبنى آخرون وجهة نظره مولّدين بذلك حركة جديدة، وقد جرى الترويج للكثير من هذه الأفكار على الشابكة كالنار في الهشيم، لا سيما من خلال وسائل التواصل الاجتماعي. كما ظهر بعض القادة البارزين في حركة الأرض المسطحة منهم مارك سارغنت M. Sargent وجيران كامبانيلا J. Campanella وروبي ديفيدسون R. Davidson وروب سكيبا R. Skiba. الأخيران منهم جديران بالملاحظة لأنهما يروجان لنسخة مسيحية من الأرض المسطحة بناءً على فهمهما لعلم كونيات الكتاب المقدس.

الشيء الغريب أنه حتى في عصرنا هذا – عصر الفضاء- يوجد أناس لا يقتنعون بأن الأرض كروية الشكل وإنما مسطّحة، مع وجود آلاف الصور الفضائية والجوية التي تبيّن حقيقة كرويتها، لذلك فإنّا نعتقد أن أصحاب نظرية الأرض المسطحة يحتاجون إلى رحلةٍ للفضاء حتى يتأكدوا بأم أعينهم أنها كروية، كونهم لم ولن يقتنعوا بالأدلة التي تشير إليها الكثير من الظواهر الطبيعية اليومية.

مع ذلك، فقد استمرّ العلماء بالبحث عن أدلة تبرهن كرويتها منذ النصف الأول من القرن العشرين، ففي الفترة الواقعة بين عامي (1934-1935م) أُطْلِق بالون يحمل آلة تصوير بالأشعة تحت الحمراء، وقد أُرسلَ هذا البالون إلى طبقة الستراتوسفير ووصل إلى ارتفاع 22066 كيلومتر، وأخذ صورة أكّدت بالفعل أن الأرض كروية (فولمان، 2015م). كما تبيّن للعلماء بعد عام 1959م أنّ الأرض ليست كروية تماماً، وإنما لها شكل الإجاصة، أي مفلطحة، ولكن التشوهات في وسطها تهمل بالنسبة لقطرها فتعتبر كروية تقريباً؛ حيث إنَّها أكثر انتفاخاً في النصف الجنوبي منها من النصف الشمالي، كما أنَّ قطبها الشمالي على تسطحه مثل القطب الجنوبي وهو أكثرُ تحدباً منه بشكلٍ صغيرٍ جداً. وتوضح صور الأقمار الصنعية أنّ محيط الأرض المارِّ بالقطب أقل بـ 432 كيلومتر من محيطها المارّ بخط الاستواء (ضاي، 1994م)؛ أيّ أنّ

الأرض ليست كروية بشكل مثالي، وإنما مسطحة قليلاً عند قطبيها الشمالي والجنوبي؛ حيث إنّ قطرها المحوري – أي قطرها من القطب الجنوبي إلى الشمالي – ينقص 41.6 كيلومتر عن قطرها الاستوائي. ولو كانت كرة تامة الكروية لتساوى طولي القطرين (صروف، 1932م).

في الواقع إنّ شكل الأرض الكروي المفلطح – وفق المعطيات الحالية- يعني أن الأرض كانت بالضرورة بحالة مائعة في فترةٍ ما من تاريخها، وقد توصل العلماء لهذا الشكل من خلال قياسات أقواس خطوط الطول، وبخاصة من خلال دراسة جاذبية الأرض (موريه، 1987م).



(الشكل **1.1**) التقطت هذه الصورة لكوكب الأرض من قبل رواد المركبة الفضائية أبولو8- في رحلتها إلى القمر عام 1968م (مصدر الصورة: المعلم، (د.ن))، وهو دليلٌ جديدٌ يحسم الجدل الذي بقي لأكثر من ألفي سنة بين العلماء حول الشكل الحقيقي للأرض.

إنّ الأرض كبيرة، ونحن صِغارُ الحجم لدرجة قد نعتقد أنّها مسطّحة فعلاً، لأنه حتى مع ركوبنا للطائرة وتحليقنا في الأجواء على ارتفاع 3 كيلومتر لن تظهر لنا كرويّة، ولعل هذا السبب هو الذي جعل الكثير من الناس يعتقدون أنها مسطحةٌ.

وقد يتساءل البعض بماذا تختلف الأرض المسطحة –جوهرياً– عن الأرض الكروية؟

في حالة الأرض المسطحة، تكون الأرض مستويةً ومستديرةً؛ حيث يقع القطب الشمالي في مركز الأرض ولا يوجد قطب جنوبي، وإنما تتكون حافة الأرض المكتشفة من جدارٍ جليدي يسمونه أنتاركتيكا، هذا الجدار الجليدي لا يحدّ فقط من الأرض كما نعرفها، وإنما يقوم أيضاً على احتواء المحيطات، هناك خلافٌ بين أصحاب الأرض المسطحة حول مدى امتداد القارة القطبية الجنوبية. فوق الأرض توجد قِبّةٌ تندمج فيها النجوم، كذلك تقع القبة على القارة القطبية الجنوبية خلف الجدار الجليدي، وتُناقش أبعاد القبة وشكلها الدقيق بين أصحاب الأرض المسطحة في العديد من الإصدارات، تكون القبة عبارةً عن مجسم نصف كروي، بينما يفضل البعض الآخر قبةً ذات نصف قطرٍ أكبر في المركز (فوق القطب الشمالي) أكثر من حوافها، بحيث تشبه سطح ساحة الألعاب الرياضية، كل يوم تدور القبة حول محورها الذي يمرّ عبر القطب الشمالي للأرض، ويتسبب هذا في تحرّك النجوم في السماء، يقع نجم القطب الشمالي مباشرةً تقريباً فوق القطب الشمالي، لذلك يبقى ساكناً تقريباً بينما تدور النجوم الأخرى في حلقاتٍ حوله، وفي معظم نماذج الأرض المسطحة، تكون الشمس والقمر فوق الأرض ولكن بشكلٍ عام أسفل القبة، كما أنها تدور حول محور القطب الشمالي كل يوم، وهو ما يمثل حركتها اليومية، وتتحرك الشمس والقمر بمعدلٍ مختلف قليلاً عن القبّة، وهو ما يفسر حركتهما بالنسبة إلى النجوم، ونظراً لأنّ الشمس والقمر دائماً فوق الأرض، فلن يشرقا أو يغربا أبداً (Faulkner، 2019).



(الشكل **2.1**) لا يزال هناك من يتبنى فكرة الأرض المسطحة حتى وقتنا الحاضر، ويتخلى عن فكرة كروية الأرض، وقد عقدت حركة الأرض المسطحة عدة مؤتمرات (في عامي 2017 و2018) تحاول من خلالها أن تبرهن للعالم أننا نعيش على أرض مسطحة وليس كروية (مصدر الصورة: Faulkner، 2019).

كثيراً ما يخلط أصحاب الأرض المسطحة بين مسألة شكل الأرض ومسألة ما إذا كانت الأرض تتحرك، بالنسبة للأوربيين كان غالبية علم الكونيات منذ ما يقرب من أربعة قرون يقرر أن الأرض كروية وتدور حول الشمس، ولمدة 2000 عام قبل ذلك، كان غالبية علم الكونيات في الغرب الأوربي يقرر أن الأرض كروية وهي مركز الكون (يُعبّر عنها عموماً بنموذج بطلميوس). وقد كان يؤمن بعض الناس بأن الأرض كروية وهي تقع في مركز الكون (وهو ما يُعبّر عنه عموماً باسم علم الكونيات التيخوني Tychonic نسبةً إلى الفلكي تيخو براهي)، وإذا اعتقد المرء أن الأرض مسطّحة، فسيبدو من الضروري الإيمان بمركزية الأرض للكون؛ لنفترض أنّه من الممكن الإيمان بعلم كون الأرض المسطحة التي تتمحور حول الشمس، ولكن كيف يخلط بعض أصحاب الأرض المسطحة بين هاتين المسألتين؟ إنهم يفعلون ذلك عن طريق الخلط بين تاريخ علم الكونيات الأوروبي حول هذه المسألة وبين تقديم الحجج حول مركزية الأرض، معتقدين خطأً أنّ الحجج تثبت أيضاً أنّ الأرض مسطحةً، أما أولئك الذين يعتقدون بحركة مركزية الأرض الحديثة سيختلفون بشدة مع هذا الطرح (Faulkner، 2019).

من الناحية المعرفية (الأبستمولوجية) تجيب نظرية المعرفة على سؤال «كيف نعرف ما نعرفه؟» يطرح أصحاب الأرض المسطحة سؤالاً معرفياً جيداً: بينما يعتقد معظم الناس أن الأرض هي كرة، كيف نعرف ذلك؟ معظم الناس لم يفكروا في هذا السؤال؛ لأنهم تعلموا طوال حياتهم أنّ الأرض كروية، فلماذا القلق حيال ذلك؟ وبالتالي، مع عدم وجود فكرة عن الأسباب التي تجعلنا نعلم أنّ الأرض كروية، دخل معظم الناس منذ فترة طويلة في حالة من الرضا حول هذا الموضوع، وعندما يقوم فريق الأرض المسطحة الحديث ويبدؤون في إثارة ما يبدو أنّه اعتراضات بسيطة على الشكل الكروي للأرض، فلن يتطلب الأمر الكثير لإرباك معظم الناس عند حشرهم بهذه الطريقة، يستجيب الناس عموماً بملاحظة أن لدينا صوراً من الفضاء تُظهر بوضوح

الأرض الكروية. ومع ذلك، من شبه المؤكد أنّ صاحب الأرض المسطحة سيقول إنه يمكن تزوير مثل هذه الأشياء بسهولة في هذه الأيام. في الواقع، لأننا نعلم جميعاً أنه من السهل جداً تزوير مثل هذه الصور، فربما لا تثبت هذه الصور كثيراً بعد كل شيء. علاوةً على ذلك، يعود الإيمان بالأرض الكروية إلى ما قبل عصر الفضاء بكثير، لذلك من الواضح أنّه يجب أن تكون هناك استجاباتٌ أفضل؛ إذ بمجرد التقاط الصور الفضائية للأرض الكروية، يكون لدى معظم الناس عادةً إحدى إجابتين: إما عن طريق الرد الأكثر شيوعاً: وهو استبعاد الشخص الذي يطرح الأسئلة باعتباره شخصاً غريب الأطوار، أو أنّه أحمق لأنّ «الجميع يعلم أنّ الأرض كروية» (Faulkner، 2019).

وقد يكون الرد بطريقةٍ أخرى: وهو إيلاء المزيد من الاهتمام لأصحاب الأرض المسطحة، والبحث عن أخطاءٍ في حقائقهم أو منطقهم، ومع أنه نادراً ما يكون لديهم المعرفة لدحض قضية الأرض المسطحة، فإنّ معظم الأشخاص الذين يتبعون هذا النهج يبحثون عن المساعدة، وعادةً ما ينتهي هذا البحث عن المساعدة على الشابكة (الانترنت)، وعندها يجدون بسرعة عدداً كبيراً من المواقع ومقاطع الفيديو التي تروج للأرض المسطحة لكنّ القليل منهم، إنْ وجد، يدحضها. يظهر بعض الناس بعد بضع ساعات، وقد أهين غرور ذكائهم قليلاً؛ لأنهم ما زالوا يعتقدون أنّ الأرض مسطحةٌ وهو محضُ هراءٍ ولكنهم محبطون لأنهم لم يستطيعوا الإجابة على العديد من الحجج التي واجهوها للتو، في حين يخرج آخرون وينتهي بهم الأمر إلى التفكير في أن نظريات المؤامرة التي واجهوها طوال حياتهم ربما تكون صحيحة، ربما تلقينا جميعاً لفترةٍ طويلةٍ كذبةً كبيرةً حول الشكل الحقيقي للأرض؛ لكن لماذا يُفترض وجود مؤامرة لإخفاء الشكل الحقيقي للأرض؟ الإجابة الأكثر شيوعاً هي أنها محاولةٌ للسيطرة على العالم، مع أنّه ليس من الواضح كيف أن تعزيز ذلك والحفاظ على اعتقاد خاطئٍ حول شكل الأرض يحقق هذه السيطرة (Faulkner، 2019).

طبعاً لا تقتصر فائدة اعتماد نظرية الأرض الكروية على تحديد محيطها وقطرها، وإنما أمكن للعلماء أنْ يحسبوا من خلال هذه الحقيقة كتلتها

وتحديد بُعدها عن بقية الأجرام في الكون، وكذلك فتح بوابة استكشاف كوكب الأرض الذي مهّد بدوره لأضخم عملياتٍ استعماريةٍ غربيةٍ.

ويعتقد الكثير من الناس أنّ المستكشف الإسباني المشهور من أصول إيطالية كريستوفر كولومبوس (توفي 1506م) Ch. Columbus هو من حسم أمر كروية الأرض منذ أكثر من خمسة قرون بوصوله لأمريكا، لكنه في الواقع لم يحسمه فعلاً؛ ويذكر الباحث درابر (مؤلف كتاب تجدد العلوم في الجنوب)، أن كولومبوس قد اطلع على كتب ابن رشد قبل أن ينطلق برحلته نحو العالم الجديد (العقاد، 1983م)، فقد اعتقد كولومبوس أن المسافة بين إسبانيا والهند ليست بعيدةً عن طريق المحيط الغربي (كرم، 1936م).

وقد ثَبُتَ للأوربيين كروية الأرض بشكلٍ نهائي من خلال الرحلة التي قام بها البحار الإسباني فرناندو ماجلان (توفي 1521م) F. de Magallanes بين عامي 1519م - 1522م، حيث أكمل الرحلة خوان سباستيان إلكانو (توفي 1526م) J. S. Elcano عام 1522م (علي، 1978م).

كما كان من التطبيقات العملية والمباشرة الأخرى لكروية الأرض تطوير الاسطرلاب واستخداماته، فالإسطرلاب المسطح مثلاً، هو إسقاطٌ مباشرٌ لخطوط الطول والعرض السماوية، على اعتبار أن الأرض مركز للكرة السماوية، أما الإسطرلاب الكروي فهو محاكاة مباشرة للكرة السماوية.

أيضاً أمكن تفسير سبب اختلاف التوزع الحراري على سطح الأرض بين نصفي الكرة الأرضية، حيث يوجد منطقتان قطبيتان باردتان، ومنطقتان معتدلتان، ومنطقةٌ حارةٌ في وسط الكوكب. كما أن تبني نظرية كروية الأرض كان له أثر ودور في جوانب فيزيائية وفلكية أخرى مثل نموذج الكون (مركزي الأرض)، وجاذبية الأرض، والملاحة البحرية وحتى قياس سرعة الضوء لاحقاً عند الأوربيين.

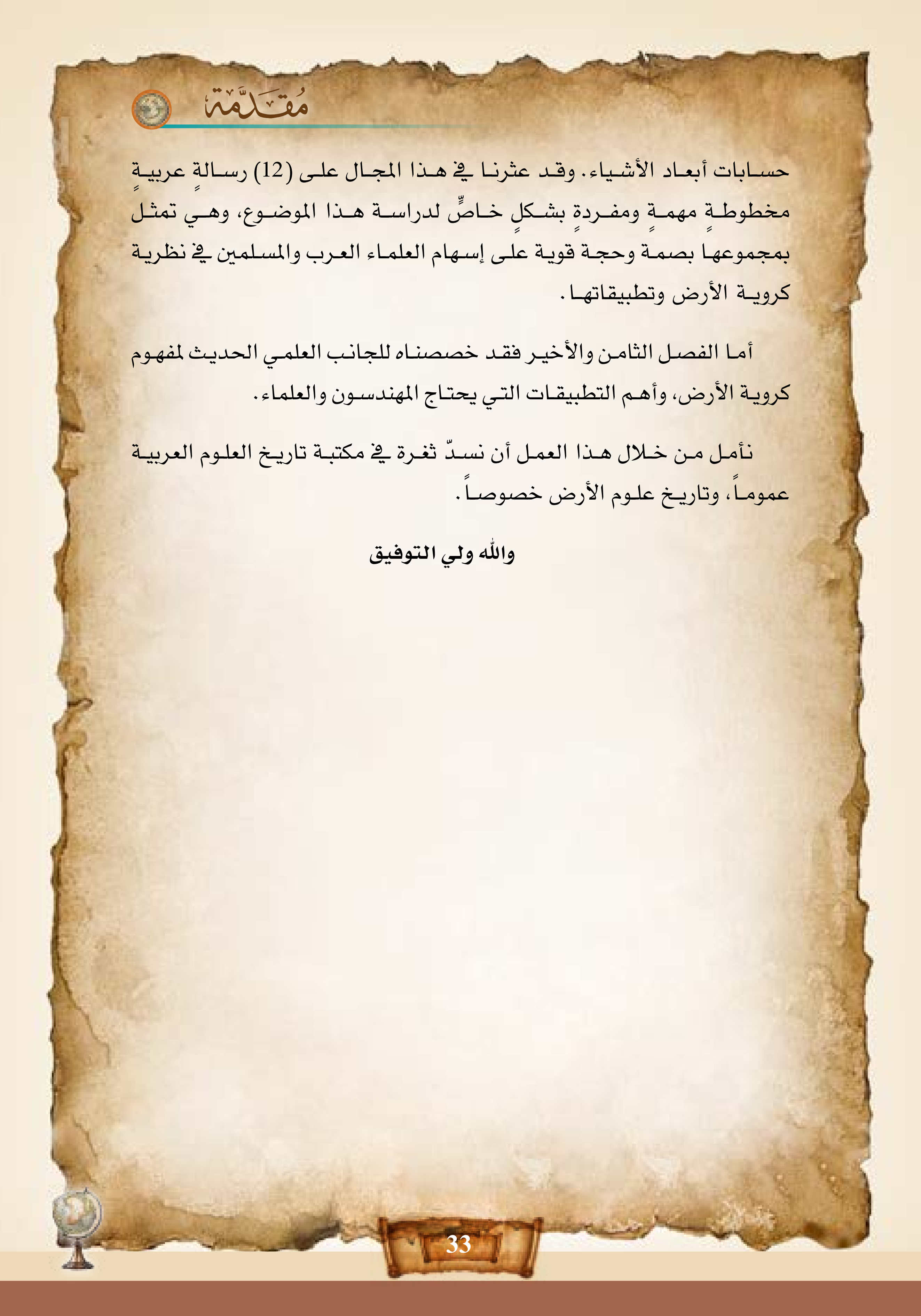
تكمن أهمية عملنا هذا أنه سيوفر للقارئ كل الأدلة التي يرغب أن يواجه بها أصحاب الأرض المسطحة، كما أنه يوفر للباحث التاريخي مراحل تطور ونشأة نظرية الأرض الكروية والمسطحة، ويزود المختصين بالجيوديسيا بكل الأساليب العملية والنظرية التي كانت تتبع سابقاً في قياسات الأعمال المساحية، ناهيك عن التأريخ الموثق لكل ما وصلنا من أعمال العلماء العرب والمسلمين.

ينقسم هذا العمل إلى عدة فصولٍ رئيسة؛ ففي الفصل الأول استعرضنا كل ما وصلنا من أفكارٍ وآراءٍ ونظرياتٍ عن كروية الأرض لدى كل الحضارات القديمة، وعلى وجه الخصوص البابلية والهندية واليونانية والصينية؛ ثم أجرينا مقارنة بين هذه الأفكار والنظريات مع نظريات العلماء العرب والمسلمين في الفصل الثاني، وفي الفصل الثالث ركزنا على ما قدمه الأوربيون من إضافات على من سبقهم.

وقد خصصنا الفصول الرابع والخامس والسادس للجانب التطبيقي لمفهوم كروية الأرض، والذي تفرّع عنه علم تطبيقي كان يسمى عند العرب (الأبعاديات)، وهو جمع جموع كلمة أبعاد ومفردها بُعد. أي قياس المسافات التي تبعد فيها الأشياء (غيمة أو قمة جبل أو رأس منارة) عن الراصد الواقف على سطح الأرض، سواء كان هذا القياس بوساطة الحساب النظري أو من خلال آلة.

قد لا نستطيع الإحاطة علماً بكل التطبيقات والفوائد الواردة أعلاه، وإنما ركزنا على بعضٍ منها، والتي تدعمها المخطوطات والنصوص العربية الموثّقة، وهي: قياس محيط الأرض ونصف قطرها، وتقدير كتلتها، وتحديد أبعاد الأشياء عن مركزها.

أما الفصل السابع فقد خصصناه فقط للنصوص التراثية والرسائل المخطوطة العربية التي ركزت على موضوع كروية الأرض وتطبيقاته في



حسابات أبعاد الأشياء. وقد عثرنا في هذا المجال على (12) رسالةٍ عربيةٍ مخطوطةٍ مهمةٍ ومفردةٍ بشكلٍ خاصٍّ لدراسة هذا الموضوع، وهي تمثل بمجموعها بصمة وحجة قوية على إسهام العلماء العرب والمسلمين في نظرية كروية الأرض وتطبيقاتها.

أما الفصل الثامن والأخير فقد خصصناه للجانب العلمي الحديث لمفهوم كروية الأرض، وأهم التطبيقات التي يحتاج المهندسون والعلماء.

نأمل من خلال هذا العمل أن نسدّ ثغرة في مكتبة تاريخ العلوم العربية عموماً، وتاريخ علوم الأرض خصوصاً.

والله ولي التوفيق





الفصل الأول

كروية الأرض
عند علماء الحضارات القديمة

The sphericity of the Earth according to the scholars of ancient civilizations



1.1 مقدمة

مـنْ يتتبـع مراحـل تطـور صناعـة الخرائـط الجغرافيـة يلاحـظ أن ظهـور البحـث عـن شـكل الأرض وهيئتهـا قـد تزامـن مـع بدايـة ظهـور مفهـوم (المدن-الـدول)، حيـث لـم يكـن البـدو الرحّـل يهمهـم هـذا الأمـر في شـيء، أمـا بالنسـبة لأصحـاب (المدن-الـدول) الذيـن اسـتقرَّ بهـم المقـام فـإن معرفتهـم بمـا يحيـط (بمدينتهم-دولتهم) يعنـي إحـكام السـيطرة عليهـا، ومعرفـة كيفيـة تحصينهـا مـن هجمـات الأعـداء. وسـنلاحظ في كل الهيئـات التـي سـتقدمها الحضـارات القديمـة أنهـم كانـوا يجعلـون مـن (مدينتهـم-دولتهـم) مركـزاً للكـون، ومـن ثـم يحيـط بهـا بقيـة المعالـم والتضاريـس الجغرافيـة والكواكـب والنجـوم.

ربمـا يكـون البابليـون أول مـن اقتـرح وجـود هيئـةٍ هندسـيةٍ (ثنائيـةٍ أو ثلاثيـةِ الأبعـاد) لـلأرض، وهـذا متوقعـاً، إذْ كمـا نعلـم كان لديهـم نظـام فلكـي ورياضياتـي متطـورٍ جـداً مقارنـة بالحضـارات الأخـرى المعاصـرة لهـم. وكان ثمـة حاجـة لضبـطٍ المسـاحات والأراضـي والحـدود وارتفاعـات المبانـي التـي كان يقومـون بإنشـائها.

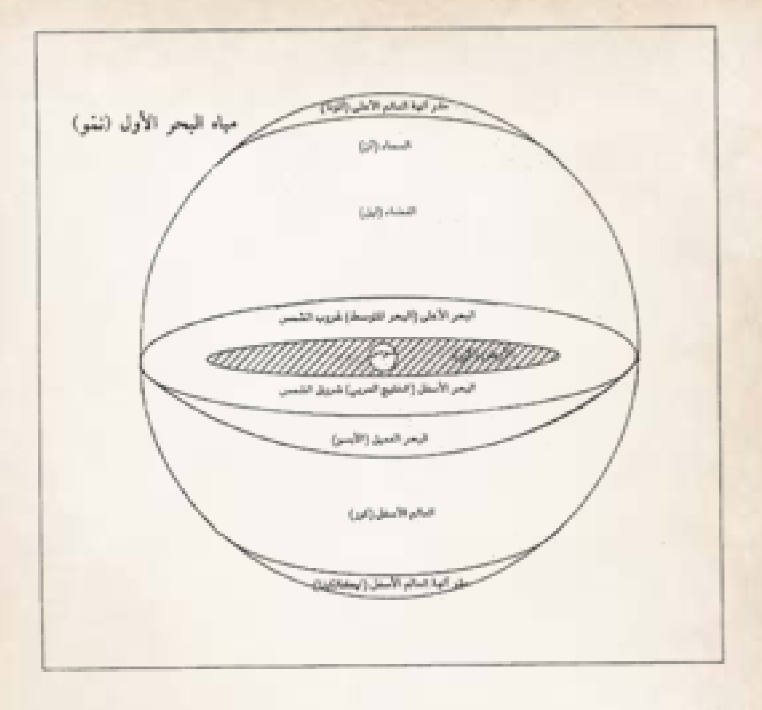
وقـد جانـب المؤرخ فولكنـر الصـواب عندمـا قـرر أنـه «يعـود الكثيـر مـن العلـوم والفلسـفة الغربيـة إلـى الإغريـق القدمـاء؛ لذلـك، إذا أردنـا معرفـة تاريـخ علـم الكونيـات، مثـل المعتقـدات حـول شـكل الأرض، فعلينـا أن نبـدأ بهـا» (Faulkner، 2019)؛ لأنـه بذلـك ينسـف جهـود كل الحضـارات السـابقة علـى اليونانيـة، مـن بابليـة وفينيقيـة ومصريـة وهنديـة، والتـي كانـت الداعـم الأكبـر لنشـأة العلـوم والمعـارف اليونانيـة.

فقـد أمكـن -للكثيـر مـن العلمـاء ومـن كل الحضـارات- الاسـتدلال علـى كرويـة كوكـب الأرض مـن خـلال مجموعـة مـن الأدلـة الواقعيـة التـي سـنتعرف عليهـا بشـكلٍ موسّـع في كل فصـول هـذا الكتـاب، كمـا أن الكثيـر مـن الأدلّـة التـي عثرنـا عليهـا – وسـنعرضها في هـذا الفصـل- تثبـت عـدم دقـة حكمـه في هـذا الموضـوع.

2.1 البابليون

بعيداً عن الخرافات والأساطير، تعود فكرة الأرض المسطحة إلى واحدة من أقدم الحضارات في تاريخ العالم، إنها الحضارة البابلية التي ظهرت في بلاد ما بين النهرين، وهي الأرض الواقعة بين نهري دجلة والفرات (من نحو 4500 إلى 500 ق.م).

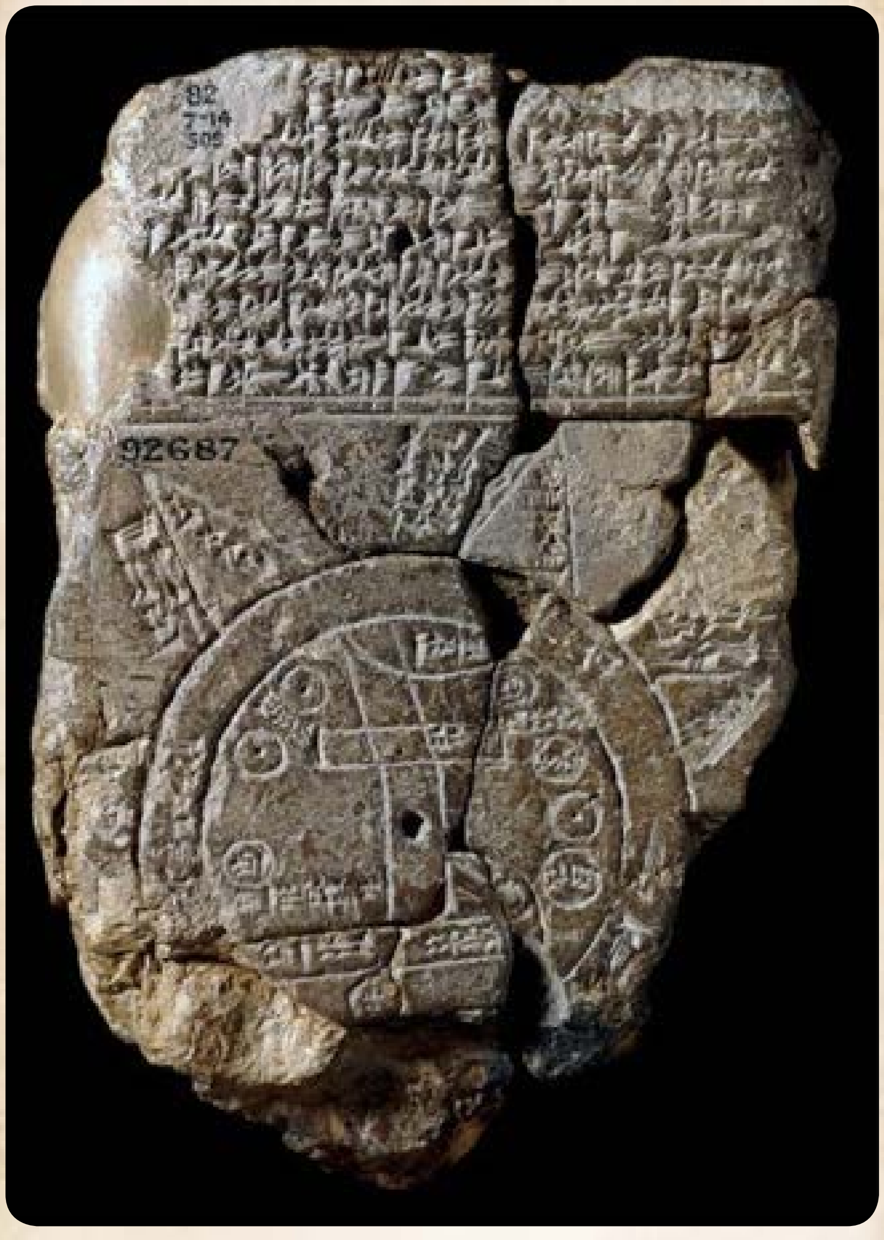
فقد تصوّر البابليون (الدولة البابلية الأولى 1880 ق.م - 1595 ق.م) أن الأرض عبارة عن قبة مقلوبة وطافية على الأوقيانوس (المحيط)، وقد وضعوا أقدم خريطةٍ في العالم تصف طبقات الأرض السبع، وهي منقسمة إلى أربعة قطاعات (سارتون، 2010م)، مع أن هذه الشعوب تركت نصوصاً تصف مجموعة من النظريات الكونية – فيها الكثير من الحديث عن وجهة نظر عالمية واحدة شاملة لبلاد ما بين النهرين – إلا أنهم طوروا فكرة الكون ثلاثي الأبعاد، وتعاملوا مع الأرض كسطح مستو يحكمه الإله إنليل، المحشور بين السماء والعالم السفلي (Garwood, 2008).



(الشكل 1.1) تمثل الأرض (كي) عند السومريين قرصاً مسطحاً يطفو على محيطٍ من المياه. كانت سومر تقع في مركز الأرض (الماجدي، 2001م).

يشير مصطلح (دائرة (كيباتو) للرياح الأربعة) الذي ورد في العديد من النصوص الأدبية الأكادية، إلى حافة العالم المعروف، مما يفترض أن الأرض كان لها شكل يشبه القرص، وأبرز دليل على صحة هذا الاعتقاد هو (خريطة العالم) البابلية، والمعروفة أيضاً باسم (مابا موندي mappa mundi)، وهي تصوير للعالم كما كان معروفاً لدى البابليين؛ لكن بعض الباحثين يعتقد أن هذه الخريطة والأوصاف الموجودة عليها لا تقدم تمثيلاً دقيقاً وكاملاً للمعرفة الجغرافية لبلاد الرافدين، كما ناقش ذلك الباحثان هورفيتز Horowitz وروشبرج Rochberg، وإنما يجب اعتبارها خريطة أيديولوجية ذات دلالات أسطورية؛ حيث تشير بيانات النسخ على اللوح (النقش الذي أضافه الناسخ

إلـى نهايـة النـص) إلـى أنـه جـرى نسـخه مـن (نمـوذج قـديم)، وتشـير أسـماء البلدان مثل آشـور، وبيـت ياكين، وحبـان، وأورارتـو إلـى أنـه لا يمكـن أن يكـون قـد صُنـعَ قبـل القـرن (9 ق.م)، وتصـور الخريطـة الأرض علـى أنهـا قـارة مسـتديرة محاطـة بالكامـل بمحيـط (ماراتـو marratu)، وهـي مقسـمة في الأصـل، إلـى ثمانيـة مناطـق مثلثـة الشـكل تسـمى (ناجـوس nagûs)، حُفـظ خمـس منهـا فقـط نظـراً للحافـة السـفلية التالفـة للّـوح، المنبعثـة مـن الدائـرة الخارجيـة، ويحـوي ناجـوس علـى أوصـاف للمناطـق البعيـدة، مـع قياسـات المسـافة المعبـر عنهـا بوحـدة (البيـرو bēru)، ويفـرض تفسـير هـذه الأوصـاف صعوبـات كبيـرة، وفي الجـزء العلـوي مـن القـارة الدائريـة، توجـد منطقـة تسـمى (سـادو sadû =جبـل)، والتـي يعتقـد بعـض العلمـاء أنهـا تمثـل الاتجـاه الأسـاسـي (للجبـل (الريـاح))، أي الشـرق، ومـع ذلـك، يشـير اتجـاه النهـر إلـى أن الجـزء العلـوي يتوافـق مـع الشـمال أو الشـمال الغربـي، عـلاوة علـى ذلـك، لا يمكـن لأي مـن التفسـيرين أن يفسّـر الوضـع الإشـكالي للعديـد مـن البلـدان والمـدن. باختصـار، فـإن خريطـة (مابـا مونـدي) ليســت خريطـة للعالـم بالمعنـى الحديـث، وإنمـا هـي تصويـر مثالـي لأرض علـى شــكل قـرص، مؤلفـة وفقـاً للمفاهيـم الأسـطورية البابليـة (Graßhoff et al، 2016).



(الشكل 2.1) اتخـــذت الأرض عنـــد البابليين شـــكل قرص دائـــري مسطح تمامـاً، هذه الخريطـــة الأقـــدم للعالـــم، وهي محفوظة في المتحف البريطاني بلنـــدن، برقم (Graßhoff et al، 2016) (BM 92687).

لكن بعض الباحثين يرى أنّ فكرة كروية الأرض كانت موجودة لدى البابليين أيضاً، وليس الأرض المسطحة فقط، فقد ظهر في حفريات (تل حرمل) الواقع شمال بغداد لوحات فخارية تشير ترجمتها إلى أن سكان تلك المنطقة كانوا يعلمون بكروية الأرض، وأنهم كانوا يعلّمون أبناءهم ذلك (العقاد، 1983م). وربما نتيجةً للتبادل الثقافي الذي كان قائماً بين الحضارتين اليونانية والبابلية، انتقل لليونانيين كلا المفهومين عن شكل الأرض، أي المسطح والكروي.

3.1 المصريون القدماء

من بين المعتقدات الكونية المتنوعة التي كان يؤمن بها المصريون القدماء يوجد نظامٌ واحدٌ يدعم بشكلٍ مباشرٍ نظرية الكون المربع؛ فقد كان معروفاً بشكلٍ عام ولفترةٍ طويلةٍ أنهم يعتبرون الكون صندوقاً مستطيلاً، مع امتداد الجوانبِ الأطول في الاتجاه من الشمال إلى الجنوب، ويُفترض أنّه في وقتٍ سابقٍ كان مربعاً، وأنّ هذا الشكل قد خضع لعملية استطالة لجعله يتناسب مع الخصائص المعروفة للجغرافيا المصرية، ووفقاً للبعض، كان السقف مسطحاً ومدعوماً بأربعة أعمدة ضخمة أو أربعِ قممٍ عاليةٍ عند النقاط الأساسية التي كانت متصلةً بسلسلة جبالٍ متصلةٍ على الحافة، أسفل القمم بقليل، يتدفق نهر (أور – نيس Ur-nes) السماوي حول الأرض، حاملاً قوارب الشمس والآلهة الأخرى؛ وفي الجزء الشمالي يتدفق النهر عبر (وادي داي)، المملوء بالظلام والمخبّأ بالجبال. من الواضح أنّ هذا التصور يشبه الاعتقاد الكوني البدائي لمرور الشمس اليومي حول الجبل؛ ربما لا تكون الإشارة إلى تدفق (أور–نيس) «حول الأرض» عديمة الصلة بالمفهوم البابلي للأرض التي ترتفع كأنها جبل في مركز العالم؛ لقد توفّر مزيد من التشابه مع كونيات (ميرو Meru) من خلال تفسيرهم للتغيير السنوي لعلاقة الشمس على مدار

العام، حيث ينحرف (أور-نِيس) ويتدفق، ويحمل غطاء الشمس بعيداً عن الإنسان أو بالقرب منه، وفي الانقلاب الصيفي، يفيض النهر، وكذلك فرعه الأرضي، النيل، بحيث يكون مدار الشمس أقرب للإنسان، ويكون ارتفاعه أعلى، وعند الانقلاب الشتوي يكون النهر في أدنى درجاته، والشمس في أقل ارتفاعٍ لها (Menon، 1932).

إذاً فقد طبّق المصريون الترتيب المكون من ثلاثة طوابق، حيث ترتكز السماء على أربع أعمدةٍ، أو أعمدةٍ متشعبةٍ أو قمم جبليةٍ ترتفع من زوايا الأرض المسطحة تحتها، ومع أنّ النظام المصري اختلفً في التفاصيل عن هيئة العالم البابلية، إلّا أنه جسّد أيضاً الظواهر الطبيعية، حيث يمثل الأرض على أنها إله الأرض (جب) ممدداً ليصنع السطح. في هذه الأثناء، كانت السماء هي الإلهة (نوت)، والدة إله الشمس (رع)، والتي جرى تصويرها على أنها بقرة عملاقة واقفة أو امرأة شابة مقوسة فوق الأرض مثل المظلة، وهكذا بقي الوضع إلى أنّ قام المصريون في وقتٍ لاحقٍ برحلاتٍ إلى ما يسمى بأرض (بونت)، التي يُعتقد أنها على طول ساحل شرق إفريقيا، وتشير أدلةٌ أخرى إلى أنهم طافوا حول القارة، لكن لم يكن لمثل هذه التجارب أي تأثير على الأفكار حول هيئة الأرض (Garwood، 2008).



(الشكل 3.1) كانت الأرض عند المصريين منبسطةً تقع مصر في مركزها وهي محاطةٌ من الأعلى والأسفل بالماء، ويربط بين المياه العليا والسفلى نهر النيل الذي يمثل روح الأرض (مصدر الصورة والتعليق: الماجدي، 2001م).

4.1 الهنود

تعددت أشكال وهيئات الأرض عند الهنود بشكل كبير، فقد ذكر لنا أبو الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م) أنّ بعض الهنود كان يعتقد بكروية الأرض، بحيث إنّ نصفها الشمالي جاف ونصفها الجنوبي مغمور بالمياه، وقد كان حجمها عند الهنود ضعف حجمها عند اليونانيين، ويذكر البيروني اسم جبل (ميرو)، وهي التسمية التي سبق وصادفناها عند البابليين، الأمر الذي يجعلنا نطرح تساؤلاً: هل تأثر النظام الهندي بالنظام البابلي فيما يتعلق بهيئة الأرض؟ مع وجود فارق هو أنّ الهنود حددوا وظيفة لجبل (ميرو) الذي يقع تحت القطب الشمالي وهي مسؤوليته عن دوران الأرض، كما ذكر لنا البيروني رأي البعض الآخر واعتقادهم بأن الأرض تتوضع على ظهر سلحفاة (البيروني، أبو الريحان، تحقيق ما للهند، 1982م).

أما الهنود في العصر الفيدي (نحو القرن 5 ق.م) فقد كانوا ينظرون للأرض على أنها قرصٌ دائريٌ تجري حوله مياه نهر الأوقيانوس العظيم جرياً أبدياً أزلياً، وهو تصوّر سبق وأنْ ظهر في أشعار ملحمة (الإلياذة) لهوميروس (ضاي، 1994م)، مما يعني أيضاً وجود أثر للطروحات اليونانية عليهم.

تشكل نصوص غولابادا Golapada الجزء الرابع والأخير من أرياباهاتيام Aryabhatiyam التي تحوي على 50 مقطعاً، وقد نوقشت الجوانب الهندسية (والمثلثاتية) المهمة للكرة الأرضية والسماوية في غولابادا؛ إذ نجد السمات المهمة لمسير الشمس، وخط الاستواء السماوي، وشكل الأرض، وسبب النهار والليل، وظهور علامات البروج في الأفق الشرقي، وما إلى ذلك، مكاناً في هذا الجزء الأخير من النص. في الواقع، لقد نوقشت الكثير من محتويات غولابادا من أرياباهاتيام بشكل عام تحت فصل يسمى تريبراسنا triprasna (ثلاث مشكلات في الزمن والمكان والاتجاه) في النصوص السيدهنتية اللاحقة (Padmanabhan، 2014).

وإلى جانب الإشارات إلى الأفق باعتباره غلافاً لمسير الشمس، يُشار صراحةً إلى أن الأرض «ذات أربع زوايا» في نصوص الريج - فيدا Rig-Veda، التي يعود تأليفها إلى الفترة بين (1500-1200 ق.م). وهذا يتفق مع ما ورد في الكتاب نفسه من (الأرباع الأربعة)، مع مصطلح براديشا pradisha المستخدم في جزء سابق من الكتاب، للدلالة على الأرض. ومع ذلك، فإن المقاطع الأخرى تجعلها (خماسية)، ويزيد أثارفا فيدا Atharva Veda من النقاط إلى ستة أو حتى سبع وقد قصد بهذه النقاط السبع (الأماكن السبعة) أو (داهما dhama) والاتجاهات السبعة (ديساه disah) للأرض، التي ذكرتها الريج - فيدا. مرة أخرى، تقارن نصوص الريج - فيدا الأرض بالعجلة، وهو ما يُفهم عادةً على أنه «كان يُنظر إلى الأرض على أنها دائرية بشكل طبيعي»؛ لكن «العجلة» قد تكون أي وعاء، وليست بالضرورة دائريةً؛ حيث يُنسب الشكل الدائري إلى الأرض، في ساتاباثا برهمانا Satapatha Brdhmana، بمصطلح (باريماندالا parimandala). حتى الكتاب الأخير يعود إلى شكل رباعي الزوايا للأرض، وأهمية هذا الشكل في الطقوس: «الآن هذه الأرض ذات أربع زوايا، لأن الأرباع هي زواياها: ومن ثم فإن الطوب رباعي الزوايا، وكل الطوب هو على طريقة هذه الأرض». وقد أعطي شكل الأرض هذا اسم (شاتور-أنثا Chatur-antha)، حيث «يحدها من جميع الجوانب الأربعة، وبالتالي كان شكل الأرض في الأصل عبارة عن وعاء رباعي الزوايا، ولكن فيما بعد أصبح خماسي، وسداسي، وسباعي النقاط، وأخيراً تطور إلى دائرة (Menon، 1932).

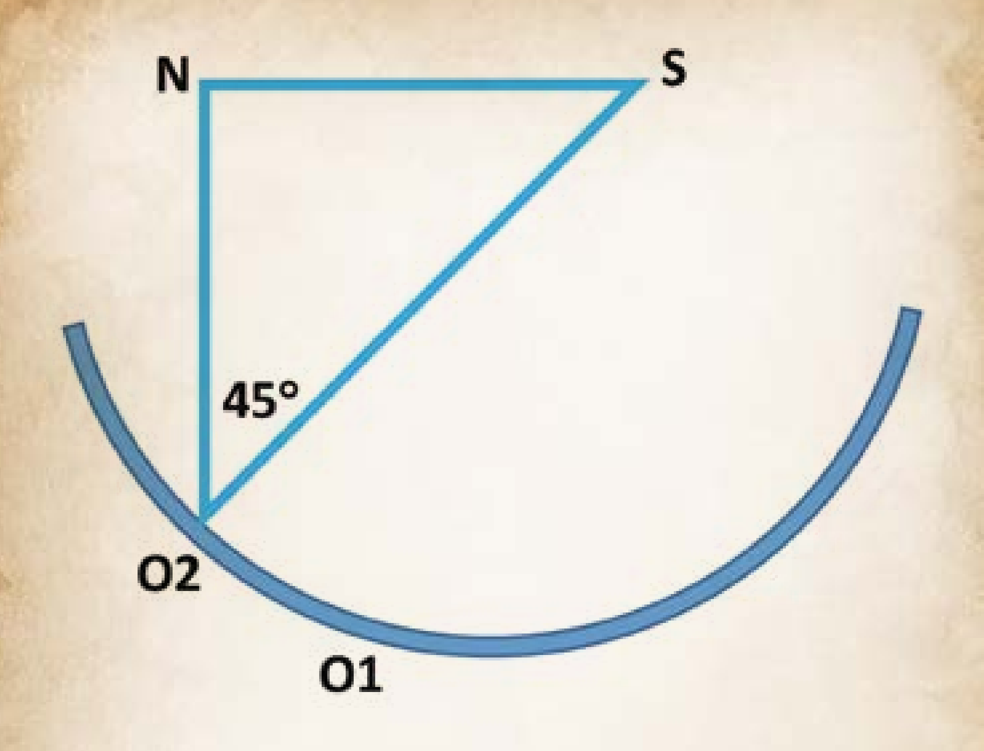
نجد أيضاً عند الهنود فكرة الأرض الهرمية الشكل، وقد أرادوا إثبات هذا الشكل من خلال تعيين الاختلاف بين الانقلابات الشمسية، وذلك بافتراض وجود مركز أول ثانٍ للرصد؛ وقد وجدوا أنه لا يمكن بطبيعة الحال أن يكون ارتفاع الشمس من المركز الثاني للرصد هو 800 يوجانا (تعادل اليوجانا الواحدة 7.2 كيلومتر). ربما حُسب الاختلاف من خلال اعتبار الأرض هرماً

يرتفع نحو جبل (ميرو Meru) في عدد من المدرجات المتتالية. من المثير للاهتمام أن نلاحظ أننا إذا قمنا بحساب ميل حافة هذا الهرم، فسنجد أنّ قيمتها 36 درجة. يُعد مفهوم الأرض ذو الهيئة الهرمية مناسباً أيضاً للنظرة الجغرافية للآريين في الهند، فقد رأوا أنّ الأرض تنحدر من هضبة التبت، أسفل جبال الهيمالايا، إلى وادي الغانج، ومرة أخرى إلى الهضبة على قمة سلاسل جبال فيندهيا ووسط الهند؛ ومرة أخرى تنحدر إلى البحر في الجنوب، وقد كان عدد المصاطب المتتالية الواحدة تحت الأخرى، تماماً كما هو حال أهرامات مصر القديمة وزاقورات بابل، ربما كان يُنظر إلى قمة هذا الهرم على أنها قاعدة جبل ميرو، الذي عاشت على قمته الآلهة، ولا يزال يُتصور أن ميرو إلى الوقت الحالي أنها إحدى قمم الهِملايا بينما في مكان ما على قمة هذه الجبال العالية، بعيداً عن أعين البشر، كان (كايلدساي Kaildsay) مسكن شيفا Siva (أحد الثالوث الهندوسي) (Menon، 1932).

إذاً على التوازي مع تطور شكل ميرو و«الأوعية» من المربع إلى الدائرة، تطور مفهوم شكل الأرض عند الهنود عبر مراحل مختلفة يمكن تتبعها كما يأتي:

(1) كان يُعتقد أن الأرض مسطحة وغالباً «ذات أربع زوايا».

(2) في الريج-فيدا وصفت بأنها «تجويف مقعّر»، هذا هو بالضبط الشكل الذي يناسب بعض أوصاف علم كونيات جبل ميرو. وبالنظر إلى المسافة بين الانقلابات (NS) (كما في الشكل 1.4)، حيث يعبر الرقم (01) عن المركز الأول للرصد، و(02) المركز الثاني للرصد)، فإن الموقع عند خط الزوال سيكون عند مستوى موضع المراقب هو القوس الدائري عبر N، S الذي يحوي على زاوية تساوي ضعف ميل مسير الشمس.



(الشكل 4.1)

(3) الفكرة الأبسط، التي توافق الشرط نفسه لموضعي الرصد، هي أنّ الأرض تنحدر من المركز الثاني إلى الأول، إلى جانب القاعدة المربعة، حيث يُنظر إلى الأرض على أنها هرم، يمتد إلى «أركان الأرض الأربعة» في القاعدة ويصعد إلى «سقف العالم» وإلى جبل ميرو الذي عاشت الآلهة على قمته.

(4) عندما توفر القاعدة المربعة مكاناً لقاعدة دائرية، تصبح الأرض مخروطية، أو عندما تكون الزاوية الموجودة في الأعلى أيضاً مقطوعة ومستديرة، يتطور الشكل إلى غلافٍ كروي يشبه الجزء العلوي من صدفة السلحفاة (كورما Kurma)، وهو أحد المفاهيم الهندوسية الشائعة؛ لكن بالنظر إلى أنّ عجلة السلحفاة (كورما-شيرا Kurma-chakra) لم تكن دائرية

بالضرورة، وأن مذبح السلحفاة (كورماشيت Kurmachit) يمكن أن يكون «مدبباً» وكذلك دائري، فقد نستنتج أنّ مقارناتِ الأرض بظهر السلحفاة قد يشير أيضاً إلى أي هرم على قاعدة متعددة الأضلاع، أي أنه مرحلة وسيطة بين المربع والقاعدة الدائرية.

(5) سرعان ما أصبح الغلاف الكروي كرة كاملة، وقد حُدّدت أنّ الأرض كروية من قبل علماء الفلك اللاحقين، ويبدو أنّ أولهم كان عالم الفلك الرياضياتي أريابهاتا (توفي 550م) Aryabhatiya. ومع ذلك، يبدو أن الكهنة بقوا متمسكين بمعتقدات الفيدا والبورانا، وكان على علماء الفلك الهندوس أن «يوفّقوا» بين الأفكار الجديدة والبيانات الواردة في الفيدا القديمة وغيرها من المعارف «المكشوفة»، قبل أن يقبلوها قبولاً عاماً. ويقول المعلّق: «الأبتا-بيردنا-كدراس (أي الأتباع المخلصون للبوردناس) الذين يقولون: إنّ الأرض مثل ظهر السلحفاة، ليست مستديرة من أسفل». إنهم على حق تماماً، لأنّ الأرض وسط الماء، وما يظهر فوق الماء له شكل ظهر سلحفاة» (Menon، 1932).

لقد اختلفت نظرة الهنود لهيئة الأرض مع تنظيمهم للعلوم على أسس عقلانية ومنطقية أكثر، وكما ذكرنا أعلاه، فقد وصف أريابهاتا الأرض بأنها كروية وأنها تدور حول محورها (Dutta، 2006)، ومع أنّ براهما (سيدهانتا توفي نحو 668م Brahma Siddhanta، كان يؤمن بكروية الأرض لكنه لم يكن يعتقد أنّ الأرض تدور حول نفسها أو تتحرك حول الشمس (نخبة من العلماء، 2015م).

5.1 اليونانيون

مع ظهور الفلاسفة اليونانيين بدأت المعرفة – بكافة أشكالها- تأخذاً منحىً أكثر تنظيماً، وتتجه نحو المنطقية والعلمية، وقد دخل مفهوم (شكل الأرض) السجالات والجدالات الفلسفية اليونانية في البداية، بحيث إن كل فيلسوف حاول البرهنة على الشكل الذي يقتنع هو بوجوده، وليس الذي تفرضه الأدلة الواقعية.

لقد عرف اليونانيون شكلي الأرض: المسطح والكروي. وكان لكل من هذين الشكلين المؤيدين والمعارضين له، لكن في النهاية انتصر أصحاب الشكل الكروي نظراً لتزايد الأدلة الطبيعية المؤيدة له، وكذلك نتيجة ترسيخ وجوده من قبل أرسطو وبطلميوس.

في الواقع ندين لفلوطرخس (توفي نحو 125م) Plutarchus بتقديمه موجزاً سريعاً عن أفكار اليونانيين حول شكل الأرض، فقد كان تاليس والرواقيون ومن أخذوا عنهم يرون أن الأرض كروية، وأما أنكسمندر فيرى أن شكلها كأشكال الأساطين الحجرية، وإنّ بسائطها مقوسة، وأما أنكسمينس فيرى أنها على صورة المائدة، وأما لوسيبوس فانه يرى أنها على صورة الطبل، وأما ديموقريطس فيرى أنها على صورة لجام بعرضه ومن وسطها مقعرة (فلوطرخس، 1954م).

1.5.1 هوميروس (القرن 8 ق.م)

كانت مساهمات هوميروس (عاش نحو 850 ق.م) Homeros في الجغرافية القديمة كبيرة ومثيرة، لكن لا يبدو أن الأفكار الكونية أصيلةً عنده. مع ذلك فقد افترض مسبقاً بأن الأرض كانت مسطحةً، وأن الشمس تغرق في البحر فعلاً (Slade، 1909).

ونجد عند هوميروس أثراً مكتوباً لفكرةٍ سائدةٍ بشكلٍ واسع في عصره بأن الأرض مسطحةُ الشكل يغمرها المحيط من كل جانب. كان هذا الاعتقاد طبيعياً في منطقة معزولة، مثل اليونان، حيث الأفق مرئي ويطوقه البحر لذلك افترض فكرة الدائرة المسطّحة (Slade، 1909)، التي يتدفق حولها الأوقيانوس Oceanus، وهو نهرٌ أسطوريٌ مثل جدول ماءٍ كبيرٍ وليس المحيط الأطلسي، كان يُعتقد أنه يحده من أعلاه نصف كرة مجوفة ينحرف إلى أسفل، وتتعاقب عبره الأجرام السماوية لراحة الإنسان ومتعته (Todd، 1906).



(الشكل 5.1) خريطة تصور العالم حسب هوميروس توضح البحار المحيطة باليابسة **(Slade، 1909)**.

لقد وصف لنا هوميروس الشمس بأنها تشرق من المحيط، وتصعد إلى السماء مرة أخرى، باعتبارها تغرق في المحيط، وتعبر تحت الأرض، وتنتج الظلام، كما تكلّم عن النجوم التي تسبح في مياه المحيط، وميّز الدب الأكبر بأنه الكوكبة الوحيدة التي لا تغوص أبداً في مجرى المحيط. ابتكر علماء الأساطير سبباً رائعاً لهذه المناعة؛ فقد تأسست على تحول الحورية كاليستو Callisto ونقلها إلى السماء المرصعة بالنجوم، التي كانت قديمة قدم قصائد الشاعر اليوناني هسيود (ازدهر في القرن 8 ق.م) Hesiod. وقد أعربت أمم أخرى، كما كان متوقعاً، عن اعتقادٍ مماثلٍ فيما يتعلق بغروب الشمس في مياه الغرب الأقصى؛ إذْ يخبرنا القدماء أنّ الأيبيريين (في إسبانيا حالياً) كانوا يفترضون أنهم يسمعون هسهسة البحر عندما كانت الشمس الحارقة تغرق في المحيط الغربي. تقرير مماثل ذكره المؤرخ تاسيتوس (توفي 120م) Tacitus فيما يتعلق بألمانيا الشمالية (Lewis، 1862).

2.5.1 هسيود (القرن 8 ق.م)

لقد اتفق هسيود مع هوميروس في كتابه (أنساب الآلهات) الذي يخبرنا فيه عن العالم والزمن، ويصف حروب الآلهات الأولمبية القديمة، لكن يبدو بأنه قد قبل بالمفهوم المسيطر بأنّ العالم قرصٌ مسطحٌ تقع في مركزه بلاد اليونان (Slade، 1909).

3.5.1 تاليس المالطي (القرن 6 ق.م)

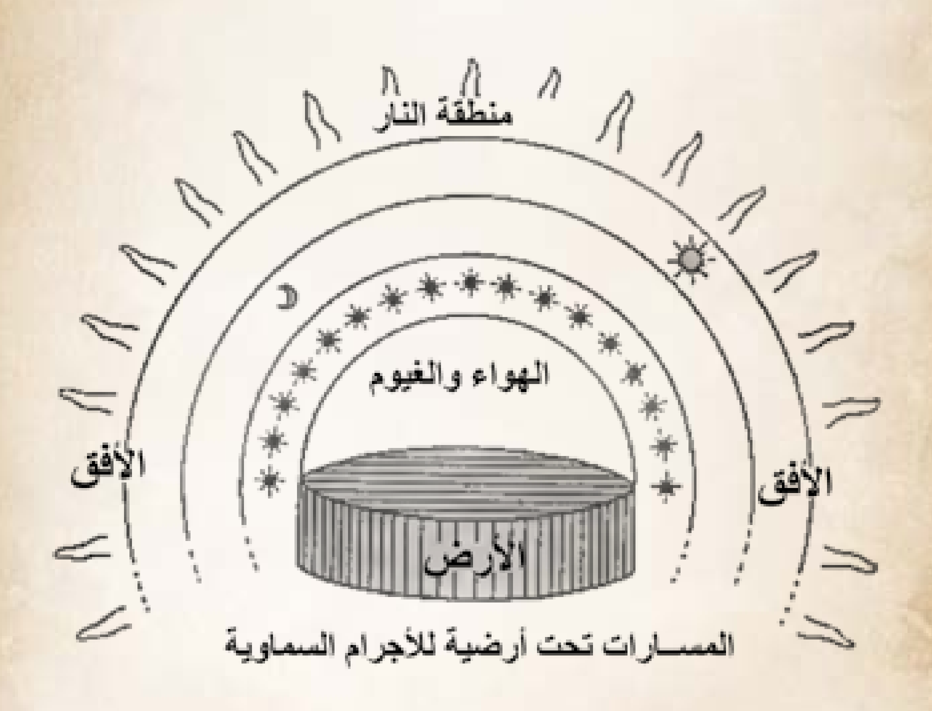
افترض تاليس (توفي نحو 546 ق.م) Thales of Miletus أنّ الأرض تطفو على سطح الماء، مثل لوح من الخشب، أو سفينةٍ، حتى أنه فسّر حدوث

الـزلازل مـن خـلال تقلبـات الميـاه الموجـودة أسـفلها؛ وأشـار أرسـطو إلـى أن تاليس تصـور الأرض علـى أنهـا مدعومـة بالميـاه؛ لكنـه لا يشـرح كيـف يُدّعـم المـاء. ومـن ثـم فمـن الواضـح أنّ عقيـدة كرويـة الأرض تُنسـب خطـأً إلـى تاليـس. إن المذهـب القائـل بـأن الأرض تطفـو علـى المـاء قـد جـاء بـه تاليـس مـن مصـر (Lewis، 1862)؛ إذْ بالنسـبة لتاليـس كل شـيء نبـع مـن المـاء، ووفقـاً للتقاليـد المصريـة، كان هـذا المـاء نوعـاً مـن الجوهـر المائـي المتسـامي، وعامـل متحـرك، لانهائـي، وإلهـي، ومنـه ولـد قـرص الأرض المسـطح مـع دلفـي كالسـرّة التـي طافـت عليهـا الأرض (King، 1957). تكمـن أهميـة هـذا الاعتقـاد بأنـه يوحـي بوجـود وحـدة أساسـية للظواهـر الفيزيائيـة، وبالتالـي، فـإن الطبيعـة ليسـت عشـوائية تمامـاً كمـا تريدنـا حواسـنا أن نعتقـد؛ لكـن فيمـا يتعلـق ببنيـة الكـون، فقـد كانـت أفـكار تاليـس بدائيـة مثـل تلـك الموجـودة عنـد هوميـروس (Linton، 2007).

4.5.1 أنكسيمندر (القرن 6 ق.م)

يعـد أنكسـيمندر (تـوفي 546 ق.م) Anaximandr مـن أوائـل الطبيعيـين الذيـن اهتمـوا بتفسـير الظواهـر الكونيـة بطريقـة عقلانيـة، وقـد اقتـرح ضـرورة أن يكـون لكوكـب الأرض مجسـم محـدد الشـكل، وقـد افتـرض أن هـذا الشـكل إمـا أنـه أسـطواني أو مخروطـي نسـبة قمتـه إلـى قاعدتـه 3:1 (أي يبلـغ ارتفـاع المخـروط ثلاثـة أضعـاف قطـره)، وهنـا يـرى الباحـث دريـر هنـا أنـه مـن المؤكـد أن ديوجـين الكلبـي (تـوفي 323 ق.م) Diogenes كان مخطـأً في قولـه إن أنكسـيمندر قـام بتدريـس الشـكل الكـروي لـلأرض، كمـا كان أرسـطو قـد ألمـح إليـه عنـد الإشـارة إلـى أفـكار أنكسـيمندر عـن تـوازن الأرض. ويقـول ثيـون نقـلاً عـن إيديمـوس الرودوسـي (تـوفي 300 ق.م) Eudemus، تلميـذ أرسـطو، أن أنكسـيمندر اعتقـد أن الأرض معلقـة في الهـواء و«تتحـرك حـول مركـز العالـم».

هنا مرة أخرى، قد نكون على يقين أن المقصود بهذه ليست حركة دورانية ولا تقدمية، لأن أرسطو ينكر هذين النوعين من الحركة، ولم يكن يعجزه ذكر أنكسيمندر في هذا الصدد، وهو ما لم يتخلى عنه الفيلسوف أيتيوس Aetius. ربما كان الباحث مارتن على حق عندما اقترح أن الحركة التي ألمح إليها قد تكون مجرد زلزال. (Dreyer، 1953)، وأن الأرض لا ترتكز على أي شيء يحملها، وإنما هي معلقة في الفضاء بتأثير ما يشبه الجاذبية (عفيفي، 2002م)، وهو بذلك أعاد الفرضية التي سبق وأن قال بها تاليس (العاني، 2002م)، وذكر آخرون، على ما يبدو بدقة أقل، أنه يعتقد أن الأرض ليست أسطوانية، ولكنها كروية الشكل (Lewis، 1862).



(الشكل **6.1**) تصور الأرض المسطحة بهيئة أسطوانة حسب أنكسيمندر، وكيف تتوزع حولها الأجرام وصولاً إلى العنصر الأول (النار) الذي يحيط بالجميع **(Davidson، 1947)**.

وقد وصلنا عن طريق أرسطو أن أنكسيمندر كان يعتقد أنّ الأرض في حالة توازن في مركز العالم، لأنه كان من المناسب ألا يكون لها ميل للسقوط في أي اتجاه معين، فهي في الوسط ولديها الارتباطات نفسها مع كل جزء من المحيط (Dreyer، 1953).

5.5.1 أنكسيمانس (القرن 6 ق.م)

اعتقد أنكسيمانس الملطي (توفي 525 ق.م) Anaximenes بأنّ الأرض قرص مسطح، ويحمل الهواء هذا القرص، وكذلك يحمل الأقراص المسطحة للشمس والقمر، بينما كانت النجوم مثبتة في السرداب السماوي البلوري، وتكتسب الشمس حرارتها من سرعة حركتها، فالنجوم لا توفر أي حرارة بسبب بُعدها الكبير (Linton، 2007).

6.5.1 بارمنيدس (القرن 6 ق.م)

مع كل الارتباط الوثيق بين مذهبه الفلسفي ومذهب زينوفانيس (توفي 475 ق.م) Xenophanes، فقد كان بارمِنيدس الإيلي (515؟ ق.م) Parmenides of Elea قادراً على إدراك الشكل الكروي للأرض، وهو يستحق تقديراً كبيراً لقيامه بهذه الخطوة العظيمة إلى الأمام، والتي لم يكن أي فيلسوف خارج مدرسة فيثاغورس (توفي 570 ق.م) Pythagoras غير متحيز بما يكفي لاتخاذ هذا القرار حتى ظهر أفلاطون، وقد عزا ثيوفراستوس (توفي 287 ق.م) Theophrastus هذا الاكتشاف إلى بارمينيدس وليس إلى فيثاغورس، وبالتالي ربما كان أول من أعلن ذلك كتابة (Dreyer، 1953). ويقال أيضاً إنّ بارمينيدس كان أول من قسّم الأرض إلى خمس مناطق، جعل منها المنطقة المركزية الحارة وغير المأهولة، وهي تقريباً ضعف اتساعها، كما أنها تمتد إلى ما وراء دوائر المناطق المدارية إلى المناطق المعتدلة (غالب، 1987م، والعاني، 2002م).

لا يمكننا الشك في أنّ الشكل الحقيقي للأرض قد جرى توضيحه لأول مرةٍ من خلال تقارير المسافرين عند تحوّل بعض النجوم إلى محيط قطبي عندما انتقل المراقب إلى شمال مدينة إيوكسين Euxine، بينما كان النجم الساطع جداً (سهيل Canopus)، غير مرئي في اليونان، لكنه مرئي فوق الأفق في رودس Rhodes، والذي كان يرتفع عالياً كلما اتجه البحّار جنوباً. ربما أعلن المسافرون أيضاً عن طول اليوم المختلف في خطوط العرض المختلفة، وهي حقيقة كان من المفترض أن يعرفها كاتب الأوديسة هوميروس، ومع ذلك، ربما افترض بارمنيدس أيضاً أنّ الأرض يجب أن تكون على الشكل المحيط بها نفسه، حيث رتب الكون في سلسلة من الطبقات متحدة المركز حول الأرض؛ ولعل هذه هي المرة الأولى التي نلتقي فيها بنظام الكرات متحدة المركز، الذي قام بعد ذلك بدورٍ مهم جداً في تاريخ علم الفلك (Dreyer، 1953).

كما فسّر بارمنيدس ثبات الأرض بناءً على كرويتها، فالشكل الكروي يمنح الجسم الثابت توازنه (علي، 1978م). وقد اتبع زينون (توفي 425 ق.م) Zenon آراء أستاذه بارمنيدس وأرساه عند أتباع المدرسة الإيلية التي أسسها لاحقاً (العاني، 2002م).

7.5.1 فيثاغورث (القرن 6 ق.م)

نسب الفيلسوف أيتيوس (القرن الأول أو الثاني للميلاد) Aetius إلى فيثاغورس معرفته بالشكل الكروي للأرض، حيث ذكر أنّه وفقاً لفيثاغورس، تنقسم الأرض إلى خمس مناطق (Dreyer، 1953)، وكان فيثاغورث يقول إنّ الأرض موضوعة في وسط الكون وأنها معمورةٌ من سائر جهاتها، لذلك فإنه يوجد ناس يقابلوننا على امتداد أحد أقطارها، فإذا رسمنا خط من قدم أي إنسان إلى أسفل الكرة لوقع على قدم الإنسانٍ المقابل له وهو ما سمّي بـ(النقائض Antipodes)، ويكون ذلك الخط قطراً للكرة (طاليس المليطي، 2007م)، وقد توصل إلى إثبات كروية الأرض اعتماداً على البراهين

الهندسية. من هذه البراهين أن الشكل الهندسي الكامل هو الشكل الكروي، وذلك لكمال انتظام أجزائه بالنسبة للمركز، وبالتالي فإن الأرض والأجرام السماوية لا يمكن تصوّرها إلا وفق هذا الشكل الكامل (عفيفي، 2002م)، ومن المحتمل أن فيثاغورث لم يصل للقول بكروية الأرض اعتماداً على هذا البرهان الهندسي الضعيف، بل لاحظ بعض الظواهر الطبيعية التي لاحظها غيره، والتي سيرد ذكرها عند أرسطو مرةً أخرى (نلينو، 1993م)؛ حيث اتفق أرسطو على كروية الأرض مع فيثاغورث، وذلك من خلال الأدلة الآتية (العراقي، 1983م):

1 - عند حدوث خسوف جزئي للقمر، فإن مسقط ظل الأرض على القمر يكون دائرياً.

2 - اختلاف عروض البلدان يتسبب باختلاف منظر دوران الكرة السماوية.

3 - إذا تركنا جزءاً من المادة لنفسه، فإنه يتهيأ بهيئة كرة، إنها أشبه بحالة ترك قطرات محددة من الماء في الفضاء حيث تكون الجاذبية شبه معدومة. لكن هذه الحقيقة توصل إليها العلماء بعد الخروج إلى الفضاء، ولا نعلم كيف توصّل إليها فيثاغورث أو أحد أتباعه من خلال خيالهم المحض.

طبعاً لن نتوقع أن يخوض أرسطو لاحقاً كثيراً في التفاصيل الفلكية لتلك البراهين، وإنما سنجد تفاصيلها بشكل واسع عند الفلكيين العرب لاحقاً؛ كما أننا يجب ألا نتوقع أن العلماء حينها سيوافقون على أطروحة فيثاغورث وقوله بكروية الأرض مباشرة. الواقع لا؛ إذ حتى في أواخر القرن السادس الميلادي كان هناك ازدراء يوجّه لفكرة الأرض الكروية، وتثار تساؤلاتٌ حول كيف يمكن لهذا الشكل أن يحتفظ بمياه البحيرات والمحيطات (Smith، 1997)، طبعاً يعود السبب في ذلك إلى غياب مفهوم الجاذبية عن أذهانهم.



(الشكل **7.1**) قد يكون فيثاغورث أول من أشار إلى حالة الأقدام المتقابلة أو (النقائض **Antipodes**) على الأرض الكروية، حيث يكون الغرب هو الشرق نفسه، ولدى الوصل بين أي قدمين متقابلتين فإن الخط الواصل سيكون بمثابة قطر لكرة الأرضية (مصدر الصورة والتعليق: **Todd، 1906**). هذا المثال الشهير سيظهر لدى القديس أوغسطين وأتباعه في العصور الوسطى.

من ناحية أخر، يشكك بعض الباحثين بتوصل فيثاغورث وأرسطو لكروية الأرض دون أنّ يكونا قد اطلعا عليها من الحضارات السابقة، خصوصاً المصرية والبابلية (علي، 1998م).

8.5.1 هيرودوت (القرن 5 ق.م)

يبدو أنّ الاعتقاد بأنّ الأرض مسطحةٌ ودائريةُ الشكل قد نشأ عند اليونانيين لسببين؛ **الأول**: حقيقة أنه سواءٌ كان المشاهد في مكان مرتفع، أو في سهلٍ كبيرٍ، أو في البحر، فإن الأفق يظهر في كل مكان على مسافةٍ متساويةٍ من العين، مما يؤدي بشكلٍ طبيعي، وبسذاجةٍ معرفيةٍ جغرافيةٍ، إلى استقراءٍ خاطئٍ أنّ الأرض كلها دائرية؛ ولكن عندما بدأ الجغرافيون في إنشاء الخرائط، عن طريق إضافة شكلِ وحجم بلد إلى آخر، توصلوا إلى مفهوم مختلف لشكل الأرض، وقد حاول المؤرخ اليوناني هيرودوت (توفي 425 ق.م) Herodotus حلّ هذه المشكلة من خلال الملاحظة الشخصية والاستفسار أثناء رحلاته، ومن خلال التفكير اللاحق في المعلومات التي حصل عليها بهذه الطريقة، كان يسخر من فكرة الأرض الدائرية المسطحة، ويتعامل معها على أنها فكرةٌ طفوليةٌ. وكان كثيرون يرتكبون الخطأ السخيف في رسم خريطة للأرض، عندما يجري تمثيلها بشكل دائري، كما لو أنه جرى تتبع مخططها ببوصلة، وجُعلَ المحيط يتدفق حولها. لقد مثّل القدماء الأرض (كما يقول الجغرافي أغاثيميروس (كان حياً في القرن 3م) Agathemerus في أطروحته عن الجغرافيا) بشكلٍ دائري، وقد وضعوا اليونان في مركزها، وجعلوا من دلفي نقطة مركزية في اليونان، وكان أومفالوس Omphalos، أو حجر السرة navel-stone، الذي ميز دلفي كمركز لليونان والأرض، وهو موجود في معبد دلفيان خلال فترة تاريخية معينة، وقد جرى تفسير وجوده من خلال الأسطورة الكامنة وراءه، حيث إنّ كوكب المشتري أرسل نسرين، أحدهما من الشرق والآخر من الغرب، وأنهما التقيا في هذا المكان؛ وبالتالي جرى تحديده على أنه مركز الأرض، كما قدم لنا غيمينوس (ازدهر في القرن 1 ق.م) Geminus، وهو كاتبٌ يونانيٌ علميٌ في علم الفلك، وصفه للأفكار القديمة حول هذا الموضوع؛ حيث قال إنّ هوميروس تصوّر الأرض -وجميع

الشعراء القدامى تقريباً- على أنها مسطحة؛ كما أنهم افترضوا أنّ المحيط يحيط بها مثل الأفق، والنجوم تشرق وتغيب في المحيط (Lewis، 1862)، ومن ثم تصديق الإثيوبيون، الذين سكنوا في الشرق والغرب البعيد، أنهم يحترقون لقربهم من الشمس. يتوافق هذا الاعتقاد مع المفهوم القديم للعالم، لكن لا يمكن التوفيق بينه وبين شكل الأرض الكروي الحقيقي، وحتى في زمن أرسطو، بعد قرن من عصر هيرودوت، لم يتم القضاء على هذا الخطأ المعنوي، بالنسبة لهذا الفيلسوف، إذْ نرى أرسطو يتحدث في كتابه (الآثار العلوية) عن الجغرافيين الذين ما زالوا يرسمون الخرائط التي يُمثّل فيها العالم المأهول على أنه دائري الشكل، وقد أعلن أن هذه الفكرة غير متوافقة مع العقل والملاحظة، وتُظهر التدابير التي جرى الحصول عليها عن طريق الملاحة والرحلات البرية -كما يقول- إنّ المسافة من أعمدة هرقل (جبل طارق حالياً) إلى الهند، مقارنة بالمسافة من إثيوبيا إلى بحيرة مايوتيس (بحر آزوف) وسيثيا، تزيد عن 5 إلى 3. أما **السبب الثاني** للاعتقاد في دائرية الأرض: فهو الشكل الظاهري للسماء، والتي بدت من خلاله وكأنها قبّةٌ صلبةٌ؛ حيث حدد المخطط نصف الكروي لها أقصى الأرض في كل اتجاه، وهكذا بدت الشمس والقمر والنجوم وكأنها تتحرك على السطح الداخلي المقعّر لنصف الكرة الأرضية هذا أو معه؛ ومن ثم، حيث كان من المفترض أن يتدفق المحيط في مجرى حول الحافة الخارجية للأرض، كان يُعتقد أن الأجرام السماوية تخرج من المحيط عند ارتفاعها، وتغرق فيه عند محيطها (Lewis، 1862).

ومع أن الفيثاغورثيين اقترحوا شكل الأرض الكروي، إلا أن المؤرخ الشهير هيرودوت بقي متمسكاً بنظرية الأرض المسطحة (ضاي، 1994)، وقد ذكر هيرودوت أن هناك أشخاصاً في أقصى الشمال ينامون ستة أشهر في السنة، وأن الفينيقيين، الذين من المفترض أنهم قد طافوا حول إفريقيا، كانت

الشمس تقع على يمينهم أثناء الإبحار غرباً، هذه القصص، التي وجدها هيرودوت مذهلة، تظهر أن بعض الناس يجب أن يكونوا قادرين على إدراك عواقب كون الأرض كروية، ولا بد أن هؤلاء الناس كانوا فيثاغورثيين؛ لأنه خارج مدرستهم من المؤكد أنه لا أحد حتى ذلك الوقت يعتقد أن الأرض كروية، وإذا كان هذا المذهب قد استغرق وقتاً طويلاً ليصبح مقبولاً، فلا عجب أن الشمس والقمر لنْ يُعرف شكليهما الحقيقي لفترة من الزمن، حتى بين الفيثاغورثيين؛ إذْ نعلم على الأقل أن الكمايون الكروتوني (القرن 5 ق.م) Alkmaeon of Kroton اعتقد أنّ الشمس مسطحة ووافق على تفسير خسوف القمر بشكل مشابهٍ لطريقة تفسير هيراقليدس (توفي 475 ق.م) Herakleitus؛ لكن ليس لدينا طريقة لمعرفة متى بدأت الفكرة الأكثر عقلانية عن شكل الشمس والقمر الحقيقيين في الانتشار بين الفيثاغورثيين (Dreyer، 1953).

9.5.1 إمبيدوقليس (القرن 5 ق.م)

يعتبر إمبيدوقليس (توفي 430 ق.م) Empedocles فيلسوفاً يونانياً معاصرٌ لهيرودوت، وقد ارتبط اسم إمبيدوقليس بعددٍ من المذاهب المتعلقة بالأجرام السماوية، فالسماء عبارة عن كرةٍ صلبة، مكونة من هواء مكثف «بالنار»، بحيث تفترض مادة الجليد أن مواد النار والهواء تدخل في نصفي الكرة الأرضية، وأن النجوم ذات طبيعةٍ ناريةٍ، مكوّنة من جزيئات نارٍ منفصلةٍ عن الهواء، وأنّ النجوم الثابتة مثبتة في القبة البلورية؛ لكن الكواكب حرة الحركة، وأنّ دائرة الشمس تتطابق مع حدود الكون (Lewis، 1862).

10.5.1 سقراط (القرن 4 ق.م)

كان سقراط (توفي 399 ق.م) Socrates يقول إنّ الأرض دائريةٌ في وسط السماء، وأنّها تبقى في مكانها بتوازنها وتشابهها مع السماء الدائرية المحيطة



بها. وقد ذكر كليوميد Cleomed بأنّ نظرية كروية الأرض كانت تُدرّس من قبل أتباع سقراط (Lewis، 1862).

11.5.1 ليوسيبوس (القرن 4 ق.م)

رأى ليوسيبوس أنّ الأرض معلقةٌ في الفضاء في المركز، وهي مثبتة هناك بواسطة الدوامة الخلّاقة، وأن شكلها مستوٍ دائري، وثمة روايةٍ تقول إنّ ليوسيبوس افترض أنّ شكل الأرض يشبه شكل الطبلة، والطبلة اليونانية كانت مثل آلة الدُّفّ الموسيقية، أو كانت نصف كروية (Lewis، 1862).



(الشكل 8.1) تشبه الأرض حسب ليوسيبوس طبلة يونانية يعلوها الهواء من الأعلى فقط (مصدر الصورة: Davidson، 1947).

12.5.1 ديموقريطس (القرن 4 ق.م)

افترض ديموقريطس (توفي 370 ق.م) Democritus أنّ شكل الأرض عبارة عن قرص مستدير ومجوّف كالحوض، وهي تسبح في الهواء. ويبدو من كلامه هذا أنه متأثر بالأسطورة السومرية القديمة التي تقول إن إله الريح قد نفخ في قرص الوجود المادي المتشكل فتفرق إلى طبقتين: السفلى أصبحت أرضاً، والعليا أصبحت سماءً (فروخ، 1983م)، وكان يعتقد أن الجزء السفلي من الأرض غير مأهولٍ، ربما بسبب صعوبة تصور وقوف الناس رأساً على عقب، كما سبق وقال بذلك فيثاغورس، وقد وضع القمر ونجمة الصباح (كوكب الزهرة) معاً، والكواكب الأخرى وراء الشمس، وهذا ترتيب مختلفٌ بعض الشيء عن ترتيب ليوسيبوس (Davidson، 1947).



(الشكل 9.1) الأرض مسطحة حسب ديموقريطس يحيط بها الهواء من الأعلى والأسفل (Davidson، 1947).

13.5.1 أنكساغوراس (القرن 5 ق.م)

كان شكل الأرض عند أنكساغوراس (توفي 428 ق.م)Anaxagoras، عبارةً عن لوح مسطّح يسبح في الفضاء (فروخ، 1983م)، لأنه لا خلاء فيها، مثلها في ذلك مثل (المنطاد) المعلق يحمله الهواء نتيجة الهواء المنفوخ فيه، وهذا يعني أن الأرض جرمٌ مجوّفٌ (غالب، 1987م)، وبالتالي يمكنه الطفوّ، وقد اتفق في ذلك مع كلٍ من أنكسيمينس وديموقريطس (Lewis، 1862).

14.5.1 أرخيلاوس الأثيني (القرن 5 ق.م)

تبنى تلميذ أنكساغوراس، أرخيلاوس الأثيني (القرن 5 ق.م) Archelaus، وجهة نظر أستاذه مع بعض التعديل، حيث إنّه أكّد أنّ الأرض مسطّحة، ولكن يجب أنْ ينخفض السطح باتجاه المركز؛ لأنّه لو كانت مستوية تماماً، فإنّ الشمس ستشرق وتغرب في كل مكان في الوقت نفسه. لقد كانت آراء أرخيلاوس متشابهة جداً مع آراء أنكساغوراس، مع أنه قد تبنى أيضاً فكرة الهواء باعتباره المادة البدائية، والتي تتشكل منها البرودة والحرارة والماء والنار، وعن الماء المتجمع في المركز، نشأ جزءٌ منه على شكل هواءٍ، وتكثف جزءٌ منه في الأرض، وشكلت القطع المتناثرة منه النجوم. الشمس هي الأكبر، والقمر هو ثاني أكبر الأجرام السماوية. الأرض، وهي جزء صغير جداً من الكون، يدعمها الهواء الذي تحافظ عليه الدوّامة في مكانها؛ إنه أعلى حول الحافة ومقعّرٌ في المنتصف، ويثبت ذلك من خلال حقيقة أنّ الشمس لا تشرق وتغيب في الوقت نفسه على جميع أجزاء الأرض، كما لو كانت الأرض مسطّحة تماماً. من المثير للاهتمام أنْ نلتقي بهذا الاعتراض على تسطيح الأرض، ومن الواضح أنّ أرخيلاوس لم يكن يعلم أن شروق الشمس وغروبها يحدثان في وقت متأخر في البلدان الغربية عنه في الشرقية، لأنّ نظريته تتطلب

العكس. في الأصل كانت النجوم تدور أفقياً حول الأرض (أي أنّ القطب في أوجها)، وبالتالي لم تكن الشمس مرئية من الأرض بسبب الحافة المرتفعة، حتى أصبحت السماء مائلةً وأصبحت حرارة الشمس قادرة على تجفيف الأرض (Dreyer، 1953).

15.5.1 فيلولاوس (القرن 5 ق.م)

يُحسب فيلولاوس (القرن 5 ق.م) Philolaos على أتباع المدرسة الفيثاغورثية، وقد قدّم رؤيته عن الكون بأنه يتكون من مركز تلتهب فيه النيران، وتدور حوله عشرة أجرام، بما فيها الأرض، وكلها كروية الشكل (العاني، 2002م)؛ حيث يُحدّ العالم خارجياً بواسطة كرة أوليمبوس، والذي يكمن وراءه عالم غير مُحدد. بين كرة أوليمبوس وقلب الكون تدور عشرة أجرام سماوية، الأول والأبعد، الكرة التي تحمل النجوم الثابتة، ثم الكواكب الخمسة، يليها الشمس والقمر والأرض. وأخيراً، بالقرب من النار المركزية، «الأرض المضادة»، إذْ تخيل هذه الأخيرة، من أجل استكمال عدد الكرات العشر، علامة الكمال، إلى جانب الأجرام السماوية الأخرى، كانت موجهة باستمرار نحو النار المركزية، وعلى العكس من ذلك، تواجه الأرض دائماً تجاه أوليمبوس، أي إلى الخارج حسب رأيه فإنّ هذه الحقيقة أوضحت لماذا لا يمكن رؤية الأجسام المضادة للأرض من الأرض، لأن النقائض Antipodes لم تكن معروفة له، وقد بقي النظام الكوني المنسوب إلى فيلولاوس يستخدم تقريباً حتى عصر أرسطو (Abetti، 1954).

16.5.1 أفلاطون (القرن 4 ق.م)

لقد كان لتكهنات فيثاغورس حول فكرة الأرض الكروية تأثيرٌ عميقٌ على أفلاطون (Garwood، 2008)، وهو ما جعل أفلاطون يهتم بدراسة الحركات

السماوية، وقد اقترح في محاورة (طيماوس) أن الكون كروي الشكل، لذلك فإنّ الأرض ستجاري بشكلها شكل الكون، حيث اتخذت لها موقعاً مركزياً فيه (عفيفي، 2002م)، كما كان يعتقد بإمكانية تحرك الأرض حول محورها، أو أنها تتأرجح حول محور ممتد يمر بمركز العالم (أفلاطون، 2014م).

وقد استنتج الباحث فون غروبه Von Gruppe، أنّ أفلاطون في محاورة (فيدون) يفترض أن السماوات هي كرة مادية، أو بالأحرى جرسٌ من الكريستال ملقاً فوق أرض مسطحة؛ لكن لا يوجد أي سبب على الإطلاق لقبول هذا الرأي، إذْ أنّ شكل الأرض لم يُذكر في أي مكان، ولا يوجد شيء في كلمات أفلاطون يُظهر أنه لا يعتقد أنها كروية (Dreyer، 1953).

لقد قدم لنا أفلاطون في محاورة (فيدون)، صورة مؤثرة للحظات الأخيرة لسقراط، ولكننا لا نجد فيها نظريةً عامةً لبناء العالم، وإنما فقط سردٌ عن الأرض، التي يقال إنها تقف في وسط السماء، وهي لا تتطلب هواء ولا أيّ قوة أخرى لمنعها من السقوط، حيث لا يوجد سبب للانحدار في اتجاه واحد أكثر من الآخر. إنها دائرية، مثل كرةٍ جلديّةٍ ذات اثني عشر وجهاً، وهي كبيرةٌ جداً لدرجة أنّ الناس من مدينة فاسيس إلى أعمدة هرقل يسكنون فقط جزءاً صغيراً حول البحر، في أحد التجاويف العديدة التي فيها الماء والضباب والهواء يتدفق معاً. «لكننا لا نلاحظ أننا نعيش في تجاويف الأرض هذه ونتخيل أنفسنا نعيش فوق الأرض، كما لو كان من يعيش في قاع البحر يعتقد أنه يعيش على السطح، ولأنه يستطيع أن يرى من خلال الماء الشمس والنجوم التي تأخذ بالبحر للسماء»، يبدو أن معنى ذلك هو أن السطح الكروي الحقيقي للأرض أعلى بكثير من مستوى «جوف» البحر الأبيض المتوسط، إلا إذا كان من المفترض أنّ يكون السطح الحقيقي هو حدود الغلاف الجوي. على أية حال، نجد في هذا الحوار، وصف الأرض بأنها كروية، دون أيِّ دعمٍ وهي موضوعةٌ في مركز الكون (Dreyer، 1953).

17.5.1 أرسطو (القرن 4 ق.م)

الأرض بالنسبة لأرسطو – كما أكّد ذلك في كتابه (السماء)- ليس لها حركة، لا خارجةً عنها ولا في مركزها؛ لأننا إذا قبلنا بوجود حركة لكوكب الأرض وحركة لعنصر الأرض فإنه سينشأ حركتين مختلفتين: حركة الكرة السماوية وحركة الأرض، والدمج بين هاتين الحركتين سيسبب ظهور مشكلات في سير الكواكب الثابتة وشطحات على خطوط العرض، وهذا ما لم يحدث أبداً، من ناحيةٍ أخرى يرى أرسطو أنه لا يمكن أنْ تكون للأرض حركة طبيعية؛ لأن الحركة الطبيعية لعنصر الأرض تحمله نحو المركز (أفلاطون، 2014).

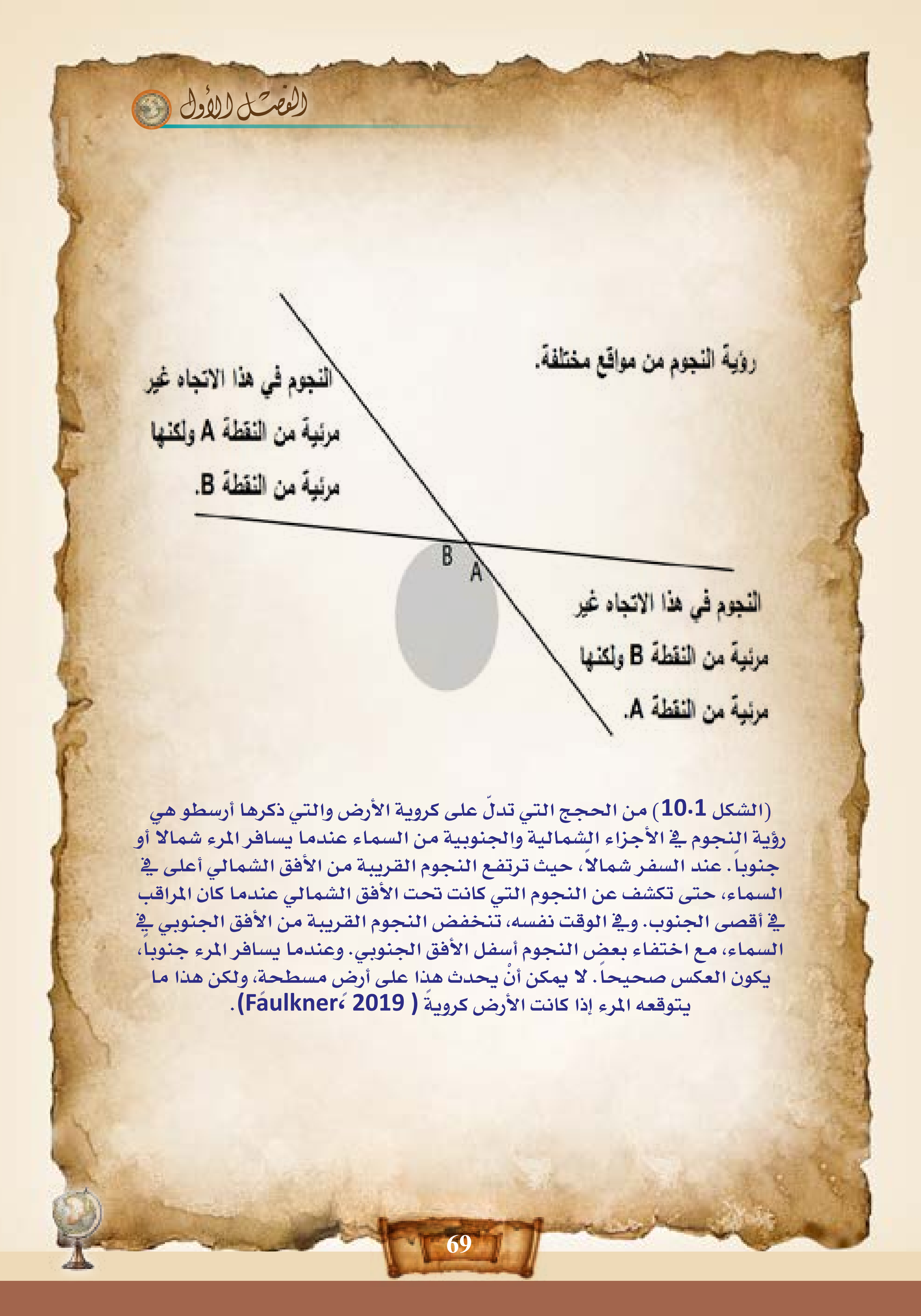
وقد استدلّ أرسطو على كروية الأرض بناءً على مجموعة من الأدلة التي اعتمد فيها على أفلاطون مثل:

1 – ظهور بعض النجوم التي لا تتجاوز أبداً مدى الرؤية ولا تغيب عن الأنظار في الليل مطلقاً في أوربا، لكنها تشرق وتغرب في مصر وقبرص (عفيفي، 2002م).

2 – اختفاء النجوم تماماً وظهور نجومٍ جديدةٍ عندما يتحرّك المرء في اتجاه الشمال أو الجنوب.

وقد استنتج أرسطو من هذه الأدلة أن قطر كوكب الأرض ليس كبيراً (مقارنةً بالأبعاد الفلكية) (غصيب، 1993م).

ويبدو أن هذه الحجج سيكون لها تأثيرٌ على العلماء العرب والمسلمين لاحقاً، مثل الكندي والفارابي وابن سينا وغيرهم ممن حاول إثبات كروية الأرض.



(الشكل 10.1) من الحجج التي تدلّ على كروية الأرض والتي ذكرها أرسطو هي رؤية النجوم في الأجزاء الشمالية والجنوبية من السماء عندما يسافر المرء شمالاً أو جنوباً. عند السفر شمالاً، حيث ترتفع النجوم القريبة من الأفق الشمالي أعلى في السماء، حتى تكشف عن النجوم التي كانت تحت الأفق الشمالي عندما كان المراقب في أقصى الجنوب. وفي الوقت نفسه، تنخفض النجوم القريبة من الأفق الجنوبي في السماء، مع اختفاء بعض النجوم أسفل الأفق الجنوبي. وعندما يسافر المرء جنوباً، يكون العكس صحيحاً. لا يمكن أنْ يحدث هذا على أرض مسطحة، ولكن هذا ما يتوقعه المرء إذا كانت الأرض كرويةً (Faulkner، 2019).

ونقرأ في الاقتباس الآتي كيف حاول أرسطو أن يبرهن على كروية الأرض، حيث قال في كتابه (السماء): «حتى يحصلوا على أدلةٍ، يأتون بحقيقة أنه مع شروق الشمس وغروبها، يظهر الجزء الذي تخفيه الأرض حافة مستقيمة وليست منحنية، بينما إذا كانت الأرض كروية، فيجب أن يكون خط المقطع دائرياً؛ ولهذا يتركون بعيداً عن الحسبان البُعد الكبير للشمس عن الأرض والحجم الكبير للمحيط، الذي يظهر من بعيد على هذه الدوائر الصغيرة على أنه مستقيماً، مثل هذا المظهر لا ينبغي أنْ يجعلهم يشكّون في الشكل الدائري للأرض» (Aristotle، 1922).

ربما كان اعتراف أرسطو وغيره بالشكل الكروي للأرض والأجرام السماوية يرجع إلى التقدير الذي يكنّونه للدائرة والكرة، باعتبارها «أجساماً مثالية»، وبالمناسبة، فإن هذا التبجيل لهذا الجرم «المثالي» وقف عثرةً أما التقدم الفلكي لعدة قرون (Davidson، 1947).

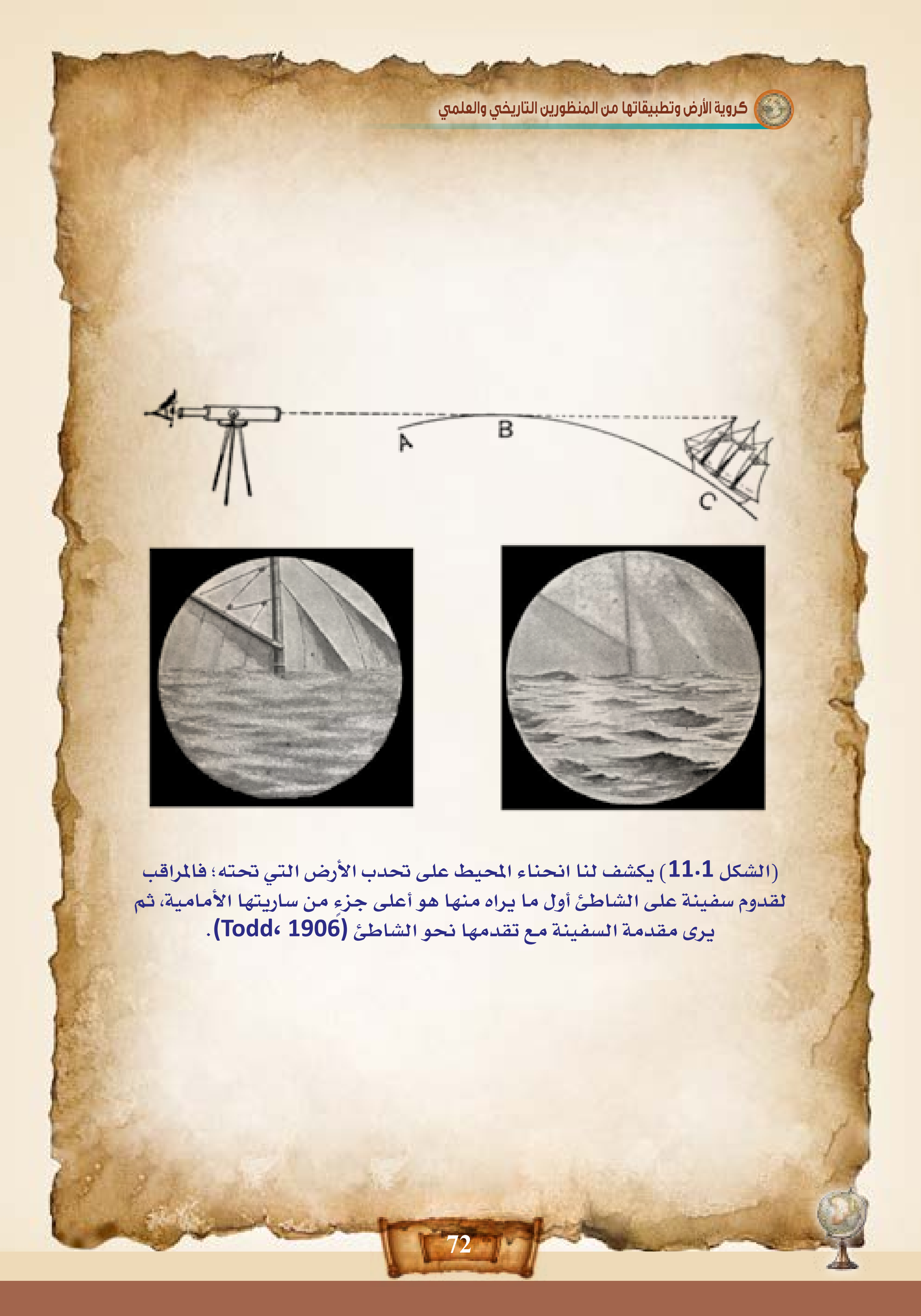
18.5.1 أريستارخوس الساموسي (القرن 3 ق.م)

تكلم الفيثاغورثي المتأخر أريستارخوس الساموسي (توفي 230 ق.م) Aristarchus of Samos عن كروية الأرض، وربما استلهم ذلك من كون الدائرة أكمل الأشكال الهندسية وبعد جميع أجزائها عن المركز بُعداً متساوياً (غنيمة، (د. ت)).

19.5.1 سترابو (القرن 1 م)

كان سترابو (توفي 24م) Strabo جغرافياً مميزاً، ويمكن رؤية أفكاره المتعلقة بهيئة الأرض وموقعها، وقوة الجاذبية، وطبيعة مستوى سطح البحر

من خلال الاقتباس الآتي: «يجب أن نفترض أيضاً أنّ الأرض كرويةٌ، وأن سطحها كرويٌ بالمثل، وقبل كل شيءٍ، أنَّ الأجسام تميل نحو مركزها، وهذه النقطة الأخيرة واضحةٌ لتصور (صاحب) الفهم المتوسط، ومع ذلك، قد نبيّن بإيجاز أنّ الأرض كروية، من اعتبار أن كل الأشياء، مهما كانت بعيدة، تميل إلى مركزها، وأنّ كل جسم ينجذب نحو مركز ثقله، لقد جرى إثبات ذلك بوضوحٍ أكثر من خلال أرصاد البحر والسماء، فهناك دليل على الحواس، والملاحظة المشتركة، هي وحدها المطلوبة، كما أن تحدّب البحر دليل آخر على ذلك بالنسبة لأولئك الذين أبحروا؛ لأنهم لا يستطيعون رؤية الأنوار على مسافة عند وضعها على مستوى أعينهم نفسه، ولكن إذا رفعت على ارتفاع معيّن، فإنها تصبح في الحال مرئيةً للعيان، مع أنها في الوقت نفسه تزول. لذلك، عندما يتوجه البصر فإنه يرى ما كان من قبل غير مفهوم على الإطلاق. كذلك فإنّ البحّارة وهم يقتربون من مقصدهم، يجدون الشاطئ يرتفع باستمرار نحو نظرهم، والأجسام التي كانت في البداية منخفضةً، تبدأ بالارتفاع. إن إيقاعاتنا الداخلية، هي أيضاً، من بين أمور أخرى، دليلٌ على دورة الأجرام السماوية، والحس السليم يظهر لنا مرةً واحدةً، أنه إذا كان عمق الأرض لا حصر له، فلن تحدث مثل هذه الدورة» (Harris، 1898).



(الشكل 11.1) يكشف لنا انحناء المحيط على تحدب الأرض التي تحته؛ فالمراقب لقدوم سفينة على الشاطئ أول ما يراه منها هو أعلى جزءٍ من ساريتها الأمامية، ثم يرى مقدمة السفينة مع تقدمها نحو الشاطئ (Todd، 1906).

20.5.1 بطلميوس (القرن 2 م)

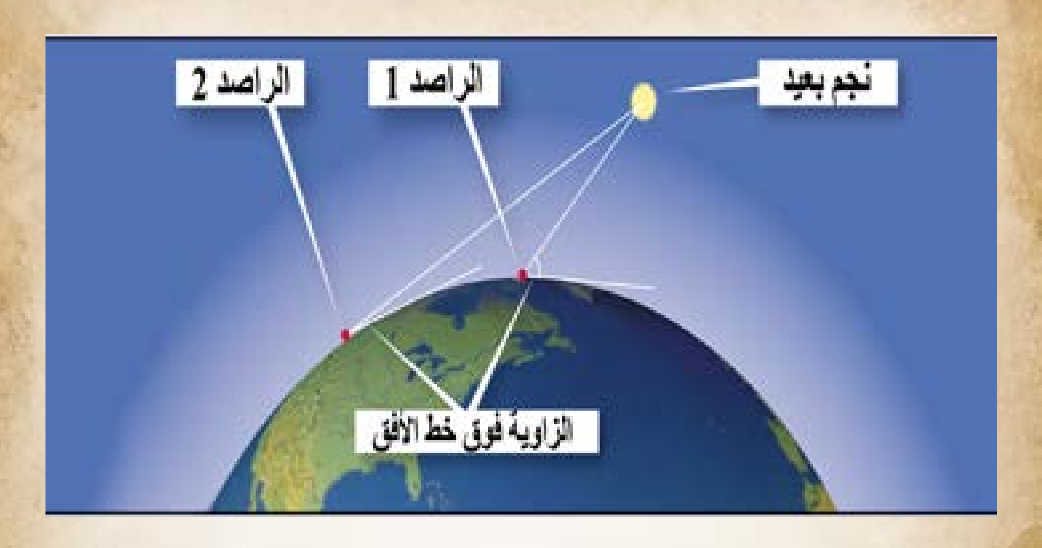
في القرن الثاني، جُمعت نظريات ونتائج ستة قرونٍ من البحث الفلكي معاً من قبل الجغرافي وعالم الرياضيات والفلك اليوناني كلوديوس بطلميوس (توفي نحو 130م) C. Ptolemy، في تجميعه الموسوعي للمعرفة القديمة، والمعروف عموماً بالاسم العربي المجسطي أو «الأكبر». وقد جُمعت مادة الكتاب من أرشيفات المكتبة في الإسكندرية، حيث كان مقرّ إراتوسثينس سابقاً، وكان اسمُ الكتاب مناسباً بالفعل، لأنّ نظريات المجسطي بقيت هي السائدة في الحضارة العربية واللاتينية إلى أنْ جرى تنحيتها جانباً لصالح مركزية الشمس، أو النظام الشمسي الذي اقترحه كوبرنيكوس في القرن السادس عشر. لقد كان النظام البطلمي في الأساس نسخةً أكثر تعقيداً من النظام الأرسطي، مع تعديلات لمراعاة الاختلافات في الأبعاد المرصودة للكواكب من الأرض. بحلول العصور القديمة المتأخرة، سيطر النظام الأرسطي البطلمي للدوائر والأجسام والدورات والأفلاك على تصورات السماوات، مع وجود أرضٍ كروية ثابتةٍ في المركز. علاوة على ذلك، قدم بطلميوس كتاب المجسطي، إضافةً لما قدمه أرسطو، عدداً من البراهين «المعقولة» (المرتبطة بالحس) لسبب وجوب أن تكون الأرض بهذا الشكل (Garwood، 2008).

وفيما يتعلق بكروية الأرض، فقد ذكر لنا نصير الدين الطوسي في شرحه على كتاب (المجسطي) أن بطلميوس أورد عدة أدلة على كروية الأرض حيث قال: «ومما يدل على كروية الأرض أنا نجد الكواكب (أي النجوم) يختلف طلوعها وغروبها باختلاف المساكن، فإنها تطلع في المساكن الشرقية عنا قبل طلوعها في المساكن الغربية، والغروب على العكس، وإنما عرفنا ذلك بأرصاد الخسوفات القمرية، حيث ابتدأت في ساعات أقلّ من ساعات بلدنا في المساكن الغربية، وفي ساعات أكثر من ساعات بلدنا في المساكن الشرقية فعرفنا أن غروب الشمس في المساكن الشرقية قبل غروبها في بلدنا في المساكن الغربية بعد غروبها في بلدنا، ولو كانت الأرض مسطحةً لكان الطلوع والغروب

في جميع المواضع في وقت واحد، ومن ذلك أنّ السائر منا نحو الجنوب يظهر له من الكواكب ما كان خفيّاً عنا أبداً، وذلك شائعٌ في أمر كوكب سهيلٍ وما يقاربه، وكلما ازداد إمعانه في الجنوب ازداد ظهور الكواكب الأبدية الخفاء له ويستتر عنه بعض الكواكب التي كانت ظاهرةً لنا أبداً أو يظهر لها طلوع وغروب، وهذا محالٌ عند فرضنا الأرض مسطحةُ الشكل.

ومن الدليل على كروية الماء أن راكب البحر إذا قَرُبَ من الساحل، وثمة جبلٍ شامخٍ يظهر له رأس الجبل ثم ما تحته قليلاً قليلاً كأنه يطلع من الماء على التدريج، ولولا أنّه كرويٌّ الشكل وإلا لرأى الجبل كله دفعة، لكن أقلّ حجماً مما يراه إذا قرب منه، والوجود بخلافه فظهر أنه كروي الشكل. ومما يدل على كروية جميع البسائط من حيث النظر الطبيعي دون التعليمي (أي الرياضياتي)، هو أن البسائط كل واحدٍ منها متشابه الأجزاء والطباع، والطبيعة الواحدة لا تفعل في مادة واحدة أفعالاً مختلفةً، ولو فعلت في بعضها زاويةً وفي بعضها سطحاً وهيئة انحناءٍ لاختلف أفعالها، وهي مستحيلةً فظاهر أن فعلها في مادتها فعلٌ واحدٌ تشابه بعضه بعضاً وليس شيءٌ من المجسمات ما يشابه بعضه بعضاً إلا الكرة. فهذا ما أردناه من ذكر البراهين على كروية البسائط» (الطوسي، نصير الدين، مخطوطة مكتبة ويلكم، لندن، برقم (WMS Arabic 507)، ص 13و14–و).

وما يؤكد على كروية الأرض –حسب بطلميوس أيضاً– هو أن النجوم إذا رُصِدت من أي مكانٍ على سطح الأرض، فإنها تُظهر القدْرَ Magnitude (درجة اللمعان) نفسه، وتحافظ على المسافة نفسها بين بعضها بعضاً (فردي، 2009م).



(الشكل 12.1) من الأدلة التي تثبت كروية الأرض النظر في الوقت نفسه إلى نجم بعيدٍ من قبلِ راصدين بينهما مسافة بعيدة، عندها يرى أحدُ الراصدين النَّجم أعلى من الأفق مقارنةً بالآخر (Allaby، 2009).

وهي أدلّة كما نلاحظ سبق وأن أوردها أرسطو وفيثاغورس من قبل. والواقع أن ما ذكره بطلميوس، في برهانه الأول، من إمكانية التناسب الواقع بين اختلاف أوقات كسوف القمر في مكانين متباعدين ومتساويي خط العرض وبين المسافة بينهما، إنما هو قولٌ احتمالي، لأنّه لم يكن بمقدوره قياس مسافةٍ كبيرة ومعرفة الوقت بدقةٍ ليحصل على قيمة دقيقةٍ للتناسب (نلينو، 1993).

أما بالنسبة لموضوع الاتجاه شمالاً، فإن هذا المثال تحديداً، يتطابق في حالتي النظام مركزيّ الأرض أو مركزيّ الشمس. فالقطب الشمالي يبقى نفسه من نقطتي نهاية محور دوران الأرض. ويدعم ذلك الملاحظة التجريبية التي سبق وأن لاحظها البابليون من قبل؛ حيث إن ظلّ شاخص المزولة (الساعة الشمسية) يبقى في حالة تغير دائمة مع الحركة الظاهرية للشمس؛ لكنه في وقت الظهيرة، عندما يكون الظل أقصر ما يمكن، يبقى اتجاه الظل هو نفسه دائماً، وذلك الاتجاه هو الشمال (فولمان، 2015م).



(الشكل **13.1**) استقرّ شكلِ الأرض الكروي في منظومة بطلميوس (Davidson، 1947). وقد تبناه تقريباً كل من اهتم أو درس علم الفلك البطلمي حتى القرن السادس عشر حيث كانت العودة لنظرية مركزية الشمس.

6.1 الرومان

مع أنّ العوامل المحيطة بالتفكك التدريجي للإمبراطورية الرومانية (180–450) تسببت في فقدان العديد من أعمال العصور القديمة الكلاسيكية للغرب الناطق باللاتينية، بما في ذلك كتاب أرسطو (حول السماء) وكتاب (المجسطي) لبطليموس، فقد تمت ترجمة بعض النصوص المهمة إلى اللاتينية من الأصل اليوناني مباشرةً. إذْ تضمنت مثل هذه الأعمال ترجمةً جزئيةً من القرن الرابع لأطروحة أفلاطون الكونية (طيماوس)، ومع أنها كانت بدائيةً وفقاً للمعايير اليونانية اللاحقة، إلا أنّها تقرّ بكروية للأرض. وقد كان هذا الكتاب بمثابة سلطة كونية رئيسةٍ إلى جانب أعمال الكتاب الرومانيين المشهورين بليني الأكبر (نحو 79م) Pliny the Elder وماكروبيوس (نحو 400م) Macrobius ومارتيانوس كابيلا (نحو 420م) Martianus Capella وبويثيوس (توفي 524م) Boethius، إذْ ساعدوا جميعهم على ترسيخ النظرة البطلمية للأرض الكروية في الغرب المسيحي (Garwood، 2008).

1.6.1 شيشرون (القرن 1 ق.م)

كتب شيشرون (توفي 43 ق.م) Cicero (حلم سكيبيو The Dream of Scipio) على أساس معارف القرن الثاني قبل الميلاد. يعتبر عمل (حلم سكيبيو) مجرد جزءٍ من عملٍ أكبر بكثيرٍ هو (حول الجمهورية De re Publica)، لكن معظم هذا العمل لم ينجو. لكن وصلنا كتاب (حلم سكيبيو) بفضل تعليق عليه كتبه ماكروبيوس في القرن الخامس الميلادي. وقد كان هذا العمل من أكثر الكتب شهرة خلال العصور الوسطى. إذْ يصف (حلم سكيبيو) الأرض الكروية التي هي أصغر بكثير من بقية الكون، ويُظهر الشكل المصاحب لنسخة من القرن الثاني عشر للكتاب أرضاً كروية مقسّمة إلى مناطق مناخيةٍ مختلفةٍ (Faulkner، 2019).

2.6.1 بليني (القرن 1 م)

أكد بليني (توفي 79م) Pliny، لإثبات الشكل الكروي للأرض، على الظاهرة المعروفة للسفينة التي تغرق تدريجياً تحت الأفق وهي تبتعد عن عين الراصد (Abetti، 1954).

3.6.1 لاكتانتيوس (القرن 4 م)

علّم الأمازيغي لاكتانتيوس (توفي نحو 325م) Lactantius، الذي أصبح في النهاية مستشاراً لقسطنطين، أتباعه في الكنيسة أن الأرض مسطحةً وليست كرويةً. وقد وثّق ذلك في فصل من الكتاب الثالث من (معاهداته الإلهية)، حيث سخر لاكتانتيوس من أولئك الذين اعتقدوا أن الأرض كرويةً (Faulkner, 2019). وكان هذه أولى الانتكاسات العلمية التي أعادت للأرض المسطحة اعتباراها منذ عهد أرسطو.

4.6.1 ماكروبيوس (القرن 5 م)

نقل ماكروبيوس العبارة القائلة بأن استدارة الأرض تجعل الرجال في أماكن مختلفة يرون سماوات مختلفة في السماء (Eastwood, 2007).

5.6.1 مارتيانوس كابيلا (القرن 5 م)

اتبع مارتيانوس كابيلا أكثر التقاليد الكونية القديمة شيوعاً، حيث افترض أنّ الأرض كجرم كرويّ ثابت مثل نقطةٍ في الوسط - كانت في أدنى موضع - من الكرة الكونيّة لتوفير الدّعم للعالم كله. وقد أشار مارتيانوس

إلى أنّ الهندسة تؤيد عقيدة كروية الأرض، وقد قدم هنا مارتيانوس مزيجاً متنوعاً لمجموعة من الأرصاد، مع دعم كل منها لاستنتاج كروية الأرض وكلها تؤدي إلى النتيجة نفسها، وهي تطيح بالحجج الفردية مثل المراقبة المباشرة للأفق المسطح والأرض بأكملها؛ كما قدم أربعة أنواع محددة من الأرصاد لصالح كروية الأرض واثنان ضد تسطحها. كانت حججه السلبية تفيد بأنّ: (1) جميع الأجرام السماوية لا تكون مرئية بالنسبة لجميع الأشخاص في جميع الأراضي في وقتٍ واحدٍ و (2) أنّ أطوال الليل والنهار في أي تاريخ معين في جميع الأماكن على الأرض ليست متماثلةً. أمّا حججه الإيجابية، فقد استشهد بأربع أرصاد هي: (1) التباين في أوقات صعود وغروب النجوم، (2) رؤية كوكبة في السماء الشمالية متزامنة مع اختفائها عند التوجه على مسافة كبيرة نحو الجنوب، (3) الاختلاف في الوقت الذي يُلاحظ فيه كسوف الشمس أو القمر على طول خط الشرق والغرب، و (4) الحاجة إلى استبدال الشاخص في الساعة الشمسية عند أي تغيير في خط العرض الأرضي لأكثر من خمسمائة ستاديا (9375 كيلومتر) بسبب التغيير في أطوال الظل. وقد قرأ العلماء الكارولينجيين Carolingian قبل منتصف القرن التاسع هذه المجموعة من حجج كابيلان في التعليق المجهول، والتي ميزت نص كابيلا بفهرس هامشي يقول: («Argumenta ad conrmandum» أي «أسباب مؤيدة») (Eastwood، 2007).

7.1 الصينيون

جاء في كتاب صيني يعود للفترة الواقعة بين القرنين (7–8م) بعنوان (Sing li King Tehouche) أنه يُمثل فيه الكرة الأرضية بهيئة عنقاء، حيث تمثل جزيرة العرب جسمه، والقسطنطينية رأسه، وفارس إحدى ذراعيه، وسوريا ذراعه الآخر، وكذلك أوربا جناح، والصين جناح آخر، وتمثل مصر إحدى رجليه، والهند رجله الأخرى. هذا التصوير الخيالي لشكل الأرض يبدو أنه كان متأثراً بالثقافة العربية (ابن سعيد المغربي، 1970م)، وبشكل أدق بنص توراتي؛ فقد ذكر ابن سبط الجوزي (توفي 654هـ / 1256م) عن كعب الأحبار (توفي 32هـ/ 652م) قوله: «وجدت في التوراة أنّ الدنيا مثلُ نسر، فالشامُ رأسه، والروم صدره، والمشرق والمغرب جناحاه، واليمن ذنبه، ولا يزال الناس بخير ما لم يفرغ الرأس، فإذا فرغ الرأس هلك الناس» (ابن الجوزي، 2013م).

في الواقع وبعد حدوث تفاعل بين الثقافتين الصينية والإسلامية بدأ العديد من علماء الفلك المسلمين بالتوجه للصين لتقديم خدماتهم، ففي الفترة المغولية، استقدم الإمبراطور يوان–سي–زونغ (توفي 693هـ/ 1293م) Zong Yuan C. عدداً من علماء الفلك المسلمين لتقديم خبراتهم العلمية، وكان من جملتهم العالم جمال الدين الفلكي (توفي بعد 690هـ/ 1291م)، حيث أسند إليه الإمبراطور الإشراف على جميع ما يتعلق بالشؤون الفلكية في المملكة، وقد بنى هذا العالم مرصداً فلكياً في عام (669هـ/ 1270م) وضع فيه آلات فلكية كثيرة ومن بينها نموذج خشبي لكرة أرضية تتوزع عليها خرائط ملونة للبحار والمحيطات واليابسة، وقد أظهر هذا النموذج كروية الأرض لأول مرة أمام الصينيين (أحمد، 2011م)، وهذا يعني أنه حتى القرن 13م لم يكن الصينيون يعلمون بكروية الأرض.

قد يكون للكرة الأرضية تكهنات مستوحاةٍ من أعمال أسرة يوان (1206–1368م) وبواكير أسرة مينغ (1368–1644م) حول كروية الأرض، لكن لا أحد ممن كتبوا عن هذا الموضوع ينكر الإلهام من المصادر الإسلامية (Sivin، 2009).



الفصل الثاني

كروية الأرض
عند علماء العلماء العرب والمسلمين

The sphericity of the Earth according to Arab and Muslim scholars of ancient civilizations

1.2 مقدمة

يعدّ لفظ «الأرض» عند أصحاب اللغة العربية مؤنث يدلّ على جنسٍ، وهي تُجمع على أرضين وآراضٍ وأروض وأرضونَ وأرضاتٍ وأراضي (ابن منظور، 1993م)، ومن خلال مطالعتنا ومسحنا لكل ما وصلنا من نصوص تراثيةٍ تتعلق بكروية الأرض وجدنا أنّ العرب قد رسموا لفظ (كروية) بشكلين:

أهل المشرق كتبوها هكذا (كَرِيّة).

أهل الأندلس والمغرب كتبوها هكذا (كورية).

وقد قمنا بتوحيد رسمها في كل النصوص على النحو (كروية) منعاً لالتباسها مع ألفاظٍ أخرى. فلفظ (كَرِيّة) قد يلتبس مع لفظ (كُرَيّة) الذي هو تصغير كرة. ولفظ (كُورِيّة) قد يلتبس مع لفظ (كُورْيَة) الذي هو اسم دولة معروفة.

إشارةٌ أخرى نودّ أن نشير إليها، وهي أن مصطلح (كوكب الأرض) لم يكن يُطلق عند العرب على كوكبنا الأرضي الذي نعيش عليه ويسبح في فلكه حول الشمس؛ وإنما كان يطلق على اسم مادتين هما (الطَّلق) و(طين شاموس)، ربما لأنهما كان يستخرجان من الأرض، ولفظ (كوكب) كان يقابل لفظ (النجم) عندهم أيضاً، فربما لكونهما يتمتعان بلونٍ أبيض فأصبحا بذلك كأنهما نجمان يلمعان في الأرض، كما كان يطلق أيضاً مصطلح (كوكب الأرض) على ما يضيء ليلاً كسراج القطرب (وهو اسم نبات) (الأنطاكي، (د.ت))، أما القطرب فهو اسمٌ للحشرة التي تضيء بالليل المعروفة باسم ذبابة النار حالياً، وقد وجدنا أنهم كان يستخدمون - في معظم المخطوطات العلمية- مصطلح (الأرض) أو (كرة الأرض) للإشارة إلى كوكب الأرض كما نعرفه حالياً.

وبخصوص كروية الأرض أو تسطيحها، فإننا لم نتوصل لوثيقة أو نص (شعري أو نثري) يدلّنا على معرفة أو مناقشة العرب قبل الإسلام لهذا

الموضوع، ويبدو أنّه لم يكن هذا الأمر يعنيهم كثيراً، وإنما كان يهمهم البحث عن أماكن يتوفر المطر فيها ومياه الشرب والمرعى الذي يؤمن لهم سبل الحياة بأبسط أشكالها، في حين أننا سنجد أن الحال قد تغيّر بعد الإسلام مع المسلمين الأوائل الذين أدركوا أهمية شكل الأرض بالنسبة لهم كونه يؤثر على إقامة شعائر الإسلام من صلاة وحج وصيام. لذلك ومنذ السنوات الأولى لنزول القرآن الكريم فهم المسلمون من قوله تعالى ﴿يُكَوِّرُ ٱلَّيۡلَ عَلَى ٱلنَّهَارِ وَيُكَوِّرُ ٱلنَّهَارَ عَلَى ٱلَّيۡلِ﴾ (سورة الزمر، الآية 5)، أنّ اتخاذ الليل أو النهار شكلهما الكروي دلالةً على أنهما يسقطان على سطح كروي وليس على أي مجسم فراغي آخر، وقد جاء في (المنتخب من التفسير) الذي أصدره المجلس الأعلى للشؤون الإسلامية بالقاهرة: «تشير هذه الآية الكريمة إلى أن الأرض كروية وتدور حول نفسها، لأن مادة التكوير معناها لفّ الشيء على سبيل التتابع، ولو كانت الأرض غير كرويةٍ -مسطّحة مثلاً- لخيّم الليل أو النهار على جميع أجزائها دفعةً واحدةً». وقد كانت العرب تقول «كوَّرَ فلانٌ عمامتهُ على رأسِهِ» أي أنّ الرأس شكله كروي، واستمدت العمامة كرويتها من الرأس (الراجحي، 1981م)، كما ورد في القرآن الكريم لفظُ «دَحَاهَا» وهو أبلغ لفظٍ لوصف حالة الفلطحة أو الشكل الإهليلجي الحقيقي الذي هو عليه شكل الأرض، مع أن قواميس اللغة تفسّر كلمة «دحاها» بمعنيين الأول: سطّحها، والثاني: كوّرها؛ لكن المعنى الذي يعبّر عن حقيقتها الفعلية هو أنها كُمّثرية الشكل (على شكل إجاصة)، أو لها شكل إجاصةٍ مفلطحة، وليست كرويةً تماماً. وبالتالي فإننا لا نتفق مع الباحث شاكر خصباك الذي قرّر بأنّ «الفكرة السائدة عن الأرض لدى العرب في البداية أنها مسطحة، غير أنّ الجغرافيين والفلكيين العرب سرعان ما نبذوا تلك الفكرة منذ أن شاعت بينهم آراء بطلميوس وآمنوا جميعاً بكروية الأرض» (خصباك، 1995م). فالعرب أدركوا منذ نزول القرآن الكريم عليهم كروية الأرض، أي قبل عصر الترجمة بمائة سنة على الأقل، كما أننا سنجد أنّ بعضهم بقي متمسكاً

بفكرة الأرض المسطحة الوافدة من اليونانية ولم يتخلَّ عنها حتى بعد نقل أدلة كروية الأرض عن فيثاغورس وأرسطو وبطلميوس وشيوعها.

في الواقع، وبعد مسحنا التراث العلمي العربي المتعلق بكروية الأرض (بين القرنين 17-8م) وجدنا أنه ظهر اتجاهان لدى العلماء العرب المسلمين الأول: هو قولهم بالأرض المسطحة، وهو ما نجده عند قلّةٍ قليلةٍ من علماء الكلام أمثال أبو علي الجبائي وتلميذه أبو رشيد النيسابوري، وقد لاحظنا أن هذا الاتجاه قد أفل نجمه لأكثر من 700 سنة، ثم عاد للظهور مع نشر كتاب جلال الدين السيوطي (الهيئة السَّنِية في الهيئة السُّنِّية) وشروحات أتباعه عليه، أمثال مرعي بن يوسف الكرمي المقدسي (توفي 1033هـ/ 1623م) في كتابه (بهجة الناظرين وآيات المستدلين)، وإبراهيم القرماني الآمدي (كان حياً عام 1046هـ/ 1654م) في كتابه (علم الهيئة على اعتقاد أهل السنة والجماعة دون الفلاسفة)، إذْ كان حينها الإنتاج العلمي العربي في علم الفلك النظري والرصدي قد تراجع بشكلٍ جادّ، ليحلّ البديل النقلي عنه، بحيث يمكن للأجيال الجديدة فهم الكون وأسراره من خلاله.

أما الاتجاه الثاني: فهو الذي اعتمد كروية الأرض وساق كل الأدلة العلمية والواقعية الممكنة على حقيقتها، وهو الاتجاه الذي تبناه السواد الأعظم من علماء الفلك والجغرافيا والطبيعة وحتى علماء الدين الذين لم يقتنعوا بتوجهات علماء الكلام أو السيوطي وأتباعه، وذلك بدءاً من القرن 8م وحتى أواخر القرن 19م.

وسنقوم في هذا الفصل بتقديم كل ما وصلنا من آراء للعلماء العرب والمسلمين مع النصوص التراثية القصيرة، أما النصوص التراثية الطويلة فإننا سنضعها في الفصل السابع مع الرسائل المحققة.



(الشكل **1.2**) يظهر كوكب الأرض في كل الرسومات الجغرافية عند العلماء العرب والمسلمين بشكل دائري مسطّح، لكن لا يشترط أن يكون دالاً على أنه مسقط لشكل كروي، بل قد يكون دالاً على شكل الأرض المسطحة أيضاً (مصدر الصورة: مؤلف مجهول، رسالة في الجغرافية، مخطوط موجود في مكتبة مجلس شوراي ملي، طهران، رقم (4343)، ص19و).

2.2 علماء القرن (2هـ/ 8م)

1.2.2 يعقوب الرهاوي

خصّص يعقوب الرهاوي (توفي 89هـ/ 708م) الرسالة السابعة من كتابه (الأيام الستة) في علم الفلك، ولم نعلم مما جاء فيه من معلومات فلكية إلا ما نشره الباحث م. مارتن M. Martin وترجم بعضه، ويبدو من هذا الجزء المنشور أنّ يعقوب كان يعتقد بكروية الأرض (سزكين، علم الفلك، 2008م)، كما يبدو أنه اقتنع بالأدلة التي أوردها بطلميوس في كتابه (المجسطي)، فهذا الكتاب كان مرجعه في عمله (الأيام الستة) (برصوم، 1943م).

2.2.2 يعقوب بن طارق

ذكر لنا ابن هبنتى (توفي 214هـ/ 829م) أنّ ليعقوب بن طارق (توفي 179هـ /796م) كتاب عنوانه (تركيب الأفلاك)، وقد ذكر في هذا الكتاب أنّ اللّه جعل الأرض مدوّرة كتدوير الكرة وهي في وسط الفلك، كالمحة في البيضة، وهي معلقةٌ في الهواء (سزكين، علم الفلك، 2008م).

3.2 علماء القرن (3هـ/ 9م)

1.3.2 جابر بن حيان

أشار جابر بن حيان (توفي 200هـ/ 815م) إلى كروية الأرض لدى حديثه عن الأبراج. فقد أورد في رسالته (إخراج ما في القوة إلى الفعل) قوله: «وهو يسير من المغرب إلى المشرق على كرة الأرض بحركةٍ خفيفة» (كراوس، 1935م).

2.3.2 محمد بن علي المكي

اختصّ محمد بن علي المكي (كان حياً حوالي 230هـ/ 845م) بالفلك والتنجيم، وقد ذكر له البيروني كتاباً بعنوان (كتاب في الحجة على استدارة السماء والأرض) يثبت فيه كروية الأرض (سزكين، علم الفلك، 2008م)؛ لكننا لم نتمكن من العثور على هذا الكتاب لمعرفة وتقييم محتواه، إلا أننا نتوقع من العنوان سرده لأدلة كروية الأرض مقابل تسطيحها.

3.3.2 محمد بن موسى الخوارزمي

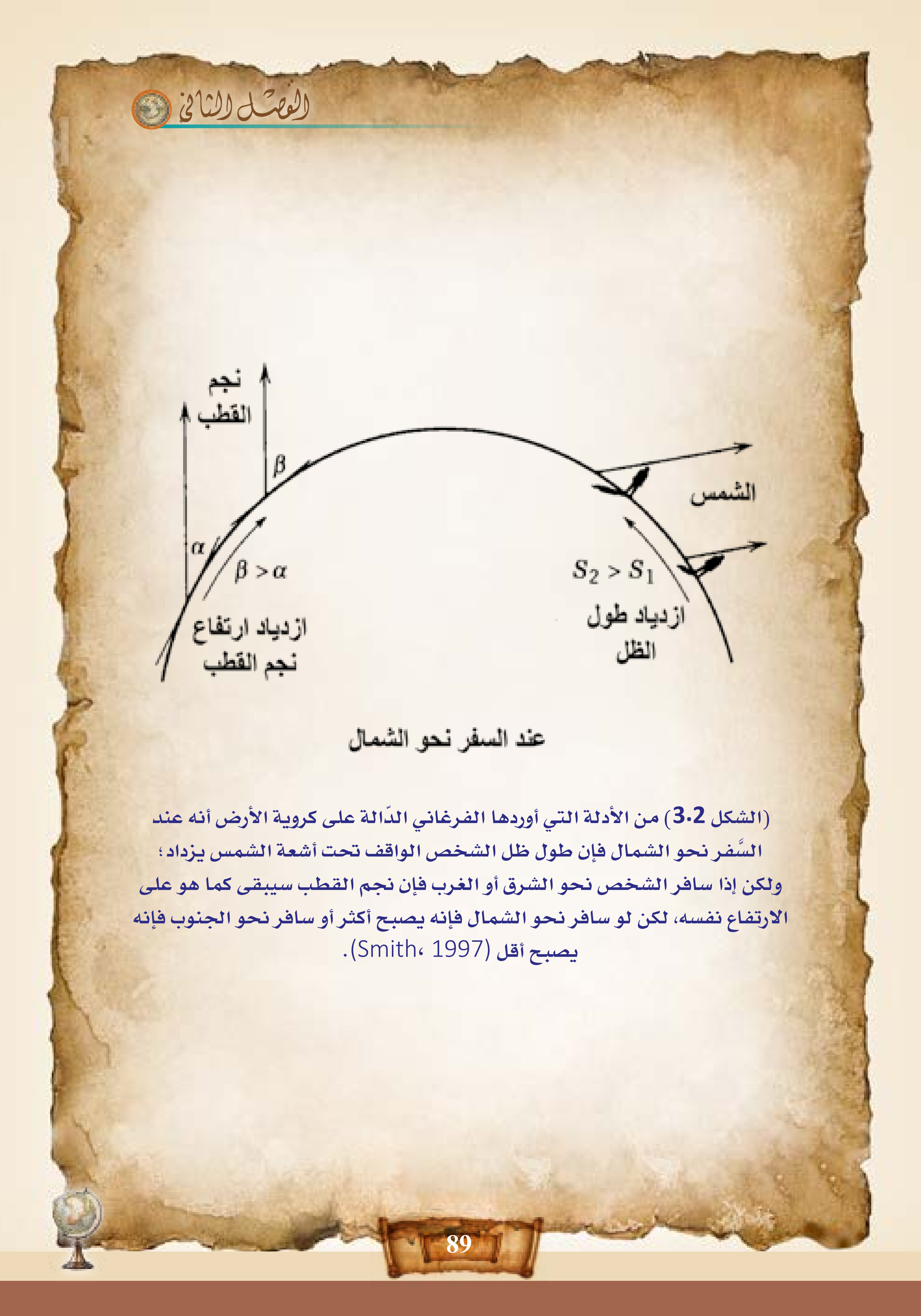
كان محمد بن موسى الخوارزمي (توفي 232هـ/ 846م) يقرّ بكروية الأرض، وإن لم أعثر على نص صريح له بذلك، لكننا استنتجناه من كتابه (صورة الأرض) (الخوارزمي، 2009م) الذي اعتمد فيه على جغرافية بطلميوس؛ إذ كثيراً ما يكرر عبارة (كرة الأرض) في عناوين الكتاب.



(الشكل 2.2) هيئة الأرض كما رسمها الخوارزمي في كتابه (صورة الأرض). حيث تحيط البحار باليابسة المدوّرة في الوسط (الخوارزمي، محمد بن موسى، كتاب صورة الأرض، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185)، ص 11ظ).

4.3.2 أحمد الفرغاني

أورد أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني (توفي بعد 237هـ /851م) عدداً من الأدلة التي أثبت فيها كروية الأرض. وهي أدلة ورد بعضها عند فيثاغورس وأرسطو وبطلميوس، لكن الدليل الجديد الذي أضافه الفرغاني ذلك المتعلق بالشهب. حيث إنه وجد أن رصده يختلف بين الراصد الذي يكون في المشرق والآخر الذي يكون في المغرب (الفرغاني، 1669م، وفردي، 2009م).



(الشكل **3.2**) من الأدلة التي أوردها الفرغاني الدّالة على كروية الأرض أنه عند السَّفر نحو الشمال فإن طول ظل الشخص الواقف تحت أشعة الشمس يزداد؛ ولكن إذا سافر الشخص نحو الشرق أو الغرب فإن نجم القطب سيبقى كما هو على الارتفاع نفسه، لكن لو سافر نحو الشمال فإنه يصبح أكثر أو سافر نحو الجنوب فإنه يصبح أقل (Smith، 1997).

5.3.2 الكندي

ناقش أبو إسحق الكندي (توفي 252هـ/ 866م) موضوع كروية الأرض في ثلاث رسائل الأولى: (كتاب الكندي في الصناعة العظمى)، والثانية: هي (رسالة الكندي إلى أحمد بن المعتصم في أنّ العناصر والجرم الأقصى كروية الشكل)، والثالثة: هي (رسالة في أن سطح ماء البحر كروي) (ابن النديم، 1997م). ماعدا الرسائل الثمانية التي قدم لنا فيها تطبيقات في حساب أبعاد الأشياء عن مركز الأرض وسطحها، وقد حاول الكندي أنْ يثبت في كل رسائله أن الأرض كروية، وذلك من خلال الأدلة الواقعية والبراهين الهندسية.

ففي الرسالة الأولى قدَّم أدلّة شروق الشمس على أهل المشرق قبل أهل المغرب، ودليل اختلاف منظر الخسوفات القمرية المرصودة في وقت واحد من قبل شخصين؛ ثم قدّم الأدلة التي تنفي أنْ تكون الأرض مسطحةً أو أسطوانيةً.

أما في الرسالة الثانية فقد حاول أنْ يبرهن أنّ الجرم الأقصى يدور حول مركزه وهو ما يعبر عنه الكندي بأنه يتحرك على الوسط، وأنه لا يمكن أنْ يوجد جِرمٌ لا نهاية له، وأنه لا يوجد خارج العالم لا خلاء ولا ملاء؛ ثم يثبت الكندي أنّ الجسم المضلع الذي له قواعد وزوايا لا يمكن أن يدور حول مركزه، أي أنْ يكون متحركاً على الوسط مثل الجسم الكروي، وبما أنّ الجرم الذي يدور حول مركزه لا بدّ أن يكون كروي الشكل فالجرم الأقصى كروي الشكل أيضاً، ويستعين الكندي باستعمال الرسم الهندسي ليبرهن أن نهاية الجرم الأقصى لابد أنْ تكون كرويةً. ثم تنتهي الرسالة بإثبات أنّ الأرض في داخل الفلك كروية الشكل وتقع في مركز الكل وكذلك الماء حول الأرض.

أما الرسالة الثالثة للأسف لم تصلنا، لكنْ واضح من عنوانها أنّ الكندي حاول أنْ يُثبت من خلالها كروية تضاريس الأرض من خلال تحدب مياه البحار، كما فعل في الرسالتين السابقتين، إضافة إلى أنّها توحي بمعرفته بمفهوم الجاذبية الأرضية.

6.3.2 ابن خرداذبة

قرّر أبو القاسم عبيد الله بن أحمد بن خرداذبة (توفي نحو 280 هـ / نحو 893م) أنّ «صفة الارض أنّها مدوّرة كتدوير الكرة، موضوعةٌ في جوف الفلك كالمحّة في جوف البيضة والنسيم حول الأرض وهو جاذب لها من جميع جوانبها إلى الفلك» (ابن خرداذبة، 1889م، وابن الفقيه، 1996م)؛ لكنه لم يورد في كتابه أي دليل على كروية الأرض.

7.3.2 ثابت بن قرة

وثّق لنا الإمام فخر الدين الرازي (توفي 606هـ / 1210م) مناقشةً علمية دقيقةً منسوبةً لثابت بن قرّة (توفي 288هـ / 901م) تتعلق بكروية الأرض. إذْ مضى ثابت بشكل أعمق من الآخرين، سواءٌ السابقين منهم أو اللاحقين، حول منشأ كروية الأرض أصلاً، وليس البحث في أدلة كرويتها. وقد توصّل بعد تفكير منطقي أن الجاذبية هي المسؤول الأول عن تكوّرها. وهذا تقدمٌ قويٌ في نظرية كروية الأرض؛ إذْ لم يسبق لأحد أن أشار بشكل مباشر إلى دور قوة الجاذبية في تكوّر الأرض، وهو الدور الذي سيعود له نيوتن لاحقاً ليبرزه مرةً أخرى في القرن 18م.

قال الإمام: «اتفق الحكماء على ذلك (في أنّ لكل جسم حيزاً طبيعياً) إلا أنّي رأيت في فصول منسوبةٍ إلى ثابت بن قرة مذهباً عجيباً اختاره لنفسه وأنا أنقل ذلك المذهب أولاً ثم أذكر الحجة المصححة لمذهب الحكماء ثانياً. قال ثابت بن قرة: (إنّ) الذي يظنّ من أنّ الأرض طالبةٌ للمكان الذي هي فيه باطلٌ، لأنه ليس يتوهّم في شيءٍ من الأمكنة حال يخصّ ذلك المكان دون غيره، بل لو توهّمت الأماكن كلها خالية ثم حصلت الأرض بأسرها في أيّها اتّفق وجب أن تقف فيه ولا تنتقل إلى غيره لأنه وجميع الأماكن على السواء، وأما السبب في أنّا إذا رمينا المدرة إلى جانب عادت إلى جانب الأرض فهو أن جزء كل عنصر يطلب سائر

الأجزاء من ذلك العنصر لذاته طلب الشيء لشبيهه، فإنك لو توهّمت الأماكن على ما ذكرنا من الخلاء ثم جعل بعض أجزاء الأرض في موضع من ذلك الخلاء وباقيها في موضع آخر منه وجب أنْ يجذب الكبير منها الصغير، فلو صارت الأرض نصفين ووقع كل واحد من النصفين في جانب آخر كان طلب كل واحد من القسمين مساوياً لطلب صاحبه حتى يلتقيا في الوسط، بل لو توهّم أن الأرض كلها قد رفعت إلى فلك الشمس ثم أطلق من الموضع الذي هي فيه الآن حجر لكان يرتفع ذلك الحجر إليها لطلبه للشيء العظيم الذي هو شبيهه، وكذلك لو توهم أنّها قد تقطّعت وتفرّقت في جوانب العالم ثم أطلقت لكان يتوجه بعضها إلى البعض ويقف حيث يتهيّأ التقاء جملة أجزائها فيه ولا تفارق ذلك الموضع لأنه لا فرق بين موضعها حينئذ وموضعها الآن وكانت أجزاؤها إذا بعدت من ذلك الموضع طلبته على حسب ما عليه الأمر في هذا الوقت. (قال ثابت) ولأنّ كلَّ جزءٍ يطلب جميع الأجزاء منها طلباً واحداً، ولما استحال أنْ يلقى الجزء الواحد جميع الأجزاء لا جرم طلب أن يكون قربه من جميع الأجزاء قرباً واحداً متساوياً وهذا هو طلب الوسط ثم إنّ جميع الأجزاء هذا شأنها فيلزم من ذلك استدارة الأرض وكرويتها وأن يكون كل جزء منها يطلب المركز حتى يستوي قربه من الجملة» (الرازي، 1990م).

يتفق النص السابق مع وجهة نظر ثابت بن قرة حول كروية الأرض، والذي نجده واضحاً جلياً في رسالة له بعنوان (في ذكر الأفلاك وخلقها وعدد حركاتها ومقدار مسيرها)؛ حيث قال في مطلعها: «الأرض في وسط العالم، وهي مستديرة كالكرة، ومركزها مركز فلك البروج، وهي بمنزلة النقطة لا قدر لها بقياسها إلى كرة الكواكب الثابتة، فأمّا بقياسها إلى كرة القمر فإن لها عنده قدر معدود وهو أنّ قطرها جزء من ثلاثة وثلاثين من قطر كرة القمر» (ابن قرة، مخطوط، مكتبة آيا صوفيا، رقم (4832)، ص 50و).

للأسف لم يروّج لنظرية ثابت بن قرة عن دور الجاذبية في تكوّر الأرض بين العلماء العرب، بل إننا نجد معظمهم اعتمد الأدلة الحسّية الشائعة التي تدلّ على كرويتها، أكثر من اعتمادهم البحث عن تفسيرٍ لسبب كرويتها.

4.2 علماء القرن (4هـ/ 10م)

1.4.2 قسطا بن لوقا

تكلم قسطا بن لوقا (توفي مطلع القرن 4هـ/ 10م) في كتابه (كتاب المدخل إلى علم النجوم) عن حجم الأرض وشكلها الكروي، وهو يمثّل بمجمله عرضٌ قصيرٌ مبسّط لعلم الفلك البطلميوسي، ويشبه كتاب الفرغاني كثيراً (سزكين، علم الفلك، 2008م).

2-4-2 صاحب القِبْلَة

يبدو أنّ أبا عمر أحمد بن محمد بن عبد ربه (توفي 328هـ/ 940م) لم يكن مقتنعاً بكروية الأرض، لذلك قام بهجاء مسلم بن أحمد أبي عبيدة صاحب القبلة (توفي 295هـ/ 908م) لأنه قال بكروية الأرض، إذْ قال ابن عبد ربه:

أبا عُبيدةَ ما المسؤولُ عن خَبرٍ ... يحكيهِ إلا سُؤالاً للذي سألا

أبَيتَ إلا اعتراضًا عن جماعتنا ... ولم يُصبْ رأيُ من أرجا ولا اعْتَزلا

كذلكَ القِبلةُ الأولى مُبدَّلةٌ ... وقد أبَيتَ فما تَبغي بها بَدَلا

زعمتَ بهرامَ أو بَيدَختَ يرزقُنا ... لا بل عُطاردَ أو برجِيسَ أو زُحَلا

وقلتَ إنَّ جميعَ الخلقِ في فَلكٍ ... بهمْ يحيطُ وفيهمْ يقسمُ الأجَلا

والأرضُ كوريَّةٌ حفَّ السماءُ بها ... فَوقاً وتحتاً وصارتْ نُقطةً مَثَلا

صَيفُ الجنوبِ شتاءٌ للشَّمَالِ بها ... قد صارَ بَينهما هذا وذا دُوَلا

فإنَّ كانونَ في صَنعا وقُرطبةٍ ... بردٌ وأيلولُ يُذكي فيهما الشُّعَلا

هذا الدليلُ ولا قولٌ غُررتَ بهِ ... منَ القوانينِ يُجلي القولَ والعَمَلا»

(ابن الفرضي، 1988م)

وكان أبو عبيدة قد سافر إلى المشرق ودرس على أيد علمائه، ثم عاد لوطنه. وهو من علماء الفلك والرياضيات الأندلسيين البارزين. وقد ولُقِّبَ بلقب (صاحب القبلة) لاشتغاله الكثير بتحديد جهة القبلة (سزكين، علم الفلك، 2008م). على العموم نشكر لابن عبد ربه هذا الهجاء الذي كشف ووثق لنا من خلاله رأيه ورأي صاحب القبلة في كروية الأرض.

3.4.2 ابن رسته

للأسف لم يصلنا من كتاب (الأعلاق النفيسة) لأبي علي أحمد بن عمر ابن رسته (توفي نحو 300هـ / نحو 912م) سوى الجزء السابع منه، وقد كشف لنا فيه ابن رسته عن موقفه من قضية كروية الأرض وقدم أدلته العلمية في ذلك. وقد ردّ ابن رسته على من ادعى أن «السماء مسطحة» وليس الأرض فقط، بأن رؤية الشمس والقمر والنجوم ستختلف تماماً عن الوضع الحالي، ثم قدم الأدلة السابقة -المعروفة منذ أرسطو وبطلميوس- التي تؤكد على كروية الأرض (ابن رسته، 1891م).

4.4.2 أبو علي الجُبَّائي (الأب)

يُحسب أبو علي محمد بن عبد الوهاب الجبائي (توفي 303هـ/ 915م) على أصحاب الكلام، أو المتكلمين، الذين حاولوا الدفاع عن العقيدة الإسلامية من خلال مناهجهم الفلسفية والعقلية، وقد كان مقتنعاً بأن الأرض مسطحة وليست كروية، وقدم أدلته على ذلك، أوردها لنا تلميذه أبو رشيد النيسابوري (النيسابوري، 1979م):

١ – رؤية الشمس أكبر عند شروقها وأصغر عند وصولها لكبد السماء. وهذا يعني أن الأرض ليست كروية وليست في مركز العالم.

٢ – قوله تعالى ﴿وَٱلۡأَرۡضَ بَعۡدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ﴾ (سورة النازعات، الآية: 30) أي بسطها.

٣ – وجود مواضع مسطّحة في الأرض تدل على ذلك.

ما يهمنا من هذه الأدلّة الثلاث هو الأول منها؛ إذْ نجد أن الجبائي (الأب) شعر بوجود تناقض بين وجود الأرض ساكنة في مركز العالم وأن تكون كروية، كما يقترح أصحاب علم الفلك. بل يجب أن يكون الحال مختلفٌ، أي كروية وتتحرك، وليس كروية وساكنة، فحالتها الساكنة تقتضي أن تكون مسطحة والأجرام من حولها تدور.

طبعاً لم يوافق المجتمع العلمي الفلكي العربي حينها على طروحات الجبائي (الأب) للمنظومة الفلكية (الأرسطية / البطلمية) لأنها ستتطلب تغييراً شاملاً في بنيتها وقوانينها قد يسبب مشكلاتٍ أكثر مما يحلّها؛ ولهذا أُهملت انتقادات الجبائي (الأب)، وعوملت بالتهميش من قبل النخبة العلمية الفلكية مثل كلّ النصوص الكلامية التي طرحها تيار المتكلمين، ليس من أجل تبنيها، وإنما على الأقل من أجل مراجعتها وتدقيقها.

5.4.2 أبو بكر الرازي

تناول أبو بكر الرازي (توفي 311هـ/ 923م) موضوع كروية الأرض في كتابه (هيئة العالم) (ابن أبي أصيبعة، 1965م)، كما توصّل في كتابه (سبب تحرّك الفلك على استدارة) إلى كروية الأرض وأنّ الأرض تفوق بحجمها القمر، في حين أن حجمها يقلّ كثيراً عن حجم الشمس (شوقي، 1983م)، وذكر ابن النديم أنّ له رسالة (في أنه لا يتصور لمن لا رياضة له بالبرهان أن الأرض كرية وأن الناس

حولها)، ورسالة أخرى بعنوان (في فسخ ظن من توهم أن الكواكب ليست في نهاية الاستدارة) (ابن النديم، 1997م)، ويتضح من عنواني الرسالتين -اللتين لم تصلنا- تقديمه للبراهين الهندسية التي تثبت كروية الأرض.

6.4.2 أبو القاسم الكعبي

أورد النيسابوري أن أبا القاسم الكعبي (توفي 319هـ/ 931م) قد قال بكروية الأرض، مخالفاً رأي أبو علي الجبائي، ومتفقاً مع ابنه أبو هاشم (النيسابوري، 1979م).

7.4.2 أبو هاشم الجبائي (الابن)

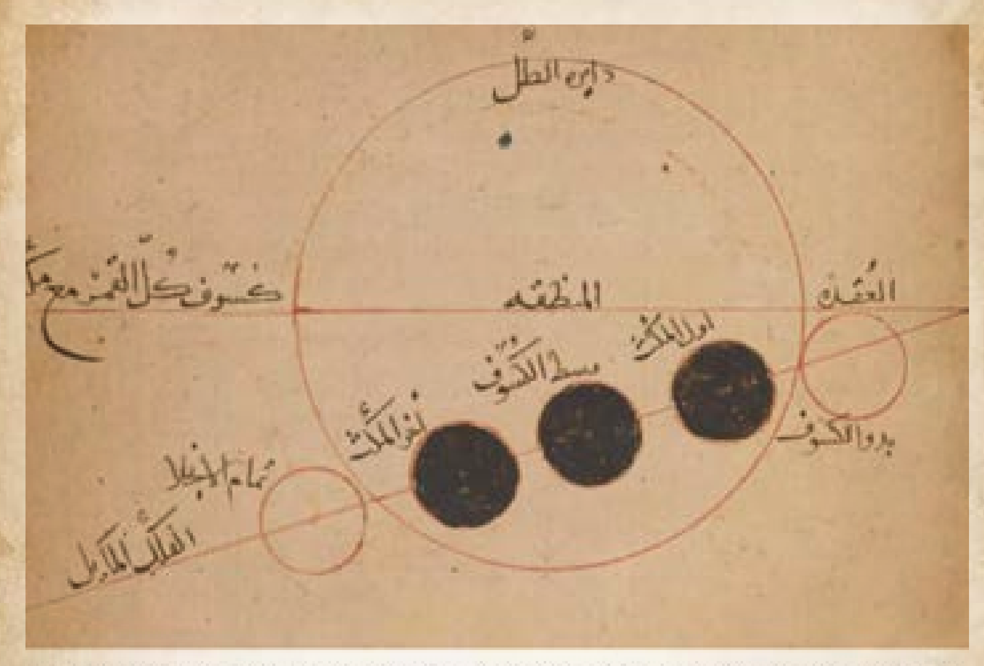
خالف أبو هشام الجبائي (توفي 321هـ /933م) أباه أبا علي الجبائي وقال إنّ الأرض كروية الشكل، كما حدثنا النيسابوري (النيسابوري، 1979م)، ولم يحدّثنا أكثر من ذلك، ويبدو أن الأجواء بين الأب والابن كانت ترتكز على التسامح واحترام الرأي الآخر، ولا تقوم على الإجبار والإكراه في الاتباع.

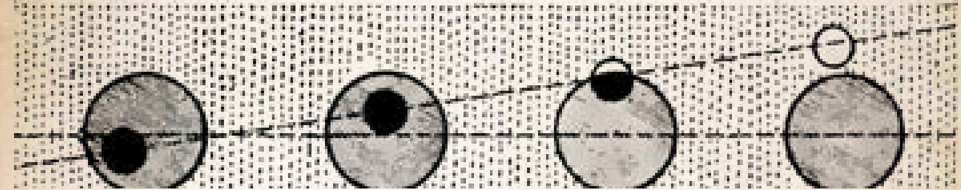
8.4.2 ابن الحائك الهمداني

اقتنع ابن الحائك الهمداني (توفي 334هـ /945م) بأنّ الأرض كروية، وقد ساق الأدلة المعروفة في ذلك، لكنه حاول تطبيقها في حالة البلدان العربية بدلاً من إطلاق الأدلة بشكل عام.

قال الهمداني: « اعلم أنّ الأرض ليست بمنسطحة، ولا ببساط مستوي الوسط والأطراف، ولكنها مقببة، وذلك التقبيب لا يبين مع السعة، إنما يبين

تقبيبها بقياساتها إلى أجزاء الفلك، فيقطع منها أفق كل قوم على خلاف ما يقطع عليه أفق الآخرين طولاً وعرضاً في جميع العمران، ولذلك يظهر على أهل الجنوب كواكب لا يراها أهل الشمال، ويظهر على أهل الشمال ما لا يراه أهل الجنوب ويكون عند هؤلاء نجومٌ أبديةُ الظهور والمسير حول القطب، وهي عند أولئك تظهر وتغيب، وسأضع لك في ذلك مقياساً بيناً للعامة، من ذلك أن ارتفاع سهيل بصنعاء وما سامتها إذا حلق، زيادة على عشرين درجة، وارتفاعه بالحجاز قرب العشر، وهو بالعراق لا يُرى إلا على خط الأفق، ولا يُرى بأرض الشمال، وهناك لا تغيب (نجوم) بنات نعشٍ، وهي تغيب على المواضع التي يُرى فيها (نجم) سُهيلٌ، فهذه شهادة العرضِ؛ وأما شهادة الطول فتفاوت أوقات بدء الكسوفات ووسطها وانجلائها على خط فيما بين المشرق والمغرب، فمن كان بلده أقرب إلى المشرق كانت ساعات هذه الأوقات من أول الليل والنهار أكثر، ومن كان بلده أقرب إلى المغرب كانت ساعات هذه الأوقات من آخر الليل وآخر النهار منكوسا إلى أولهما أكثر، فذلك دليلٌ على تدوير موضع المساكن والأرض، وأنّ دوائر الأفق متخالفة في جميع بقاع العامر، ولو كان سطح الأرض صفيحةً، لكان منظر سهيل وبنات نعشٍ واحداً» (الهمداني، 1884م).





(الشكل **4.2**) استدل الهمداني وغيره من العلماء العرب والمسلمين على كروية الأرض من خلال سقوط ظل القمر عند الخسوف على الأرض (هي حجة سبق وأن طرحها فيثاغورث وأرسطو من قبل)، حيث يبدو الظل قرصاً دائرياً (البيروني، التفهيم لأوائل صناعة التنجيم، مخطوطة موجودة في المكتبة البريطانية، رقم (Or 8349)، ص 73و. أما مصدر الصورة السفلى فهو: Newcomb, 1907). طبعاً يحدث خسوف القمر فقط عند اكتمال القمر، وعندما يظهر القمر في مواجهة الشمس في السماء، في حين أن اكتمال القمر هو شرطٌ ضروريٌ لخسوف القمر، إلا أنه ليس شرطًا كافياً، لأنّ خسوف القمر لا يحدث عند كل اكتمال للقمر؛ ويحدث هذا لأنّ المستوي المداري للقمر يميل بما يزيد قليلاً عن خمس درجات إلى مستوى مدار الأرض حول الشمس (نسمي المستوي المداري للأرض مسار الشمس The ecliptic) (Faulkner, 2019).

9.4.2 الفارابي

اعتمد أبو نصر محمد الفارابي (توفي عام 339 هـ/950م) في إثباته لكروية الأرض على كروية العناصر الأربعة (التراب، الماء، الهواء، النار) التي تقع بين كرة الأرض وكرة القمر؛ حيث قال: «وشكل كلّ واحد من الأربعة على شكل كرة»، ويتابع: «والعالم يركّب من بسائط صائرةً كرة واحدة»، يبدو أنّ الفارابي استمد هذا القول من قول أرسطو: «إذا تركنا جزءاً من المادة لنفسه فإنه يتهيأ بهيئة الكرة، وإذا كانت الأرض ساكنة فإن شكلها بالتالي يكن كروياً» (عفيفي، 2002م).

10.4.2 ابن الفقيه

أورد ابن الفقيه أحمد بن محمد بن إسحاق بن إبراهيم الهمذاني (توفي نحو 340هـ / نحو 951م)، البرهان على كروية البحر، وبالتالي الأرض التي تحته بقوله: «وزعموا أن البحر أيضاً كرويٌّ مدوّر، وبرهان ذلك أنك إذا لججت فيه غابت عنك الأرض والجبال شيئاً بعد شيء حتى خفي ذلك كلّه، ولا ترى شيئاً من شوامخ الجبال. فإذا أقبلت نحو الساحل، ظهرت لك قُلل الجبال وأجسامها شيئاً بعد شيء؛ فإذا قربت من الساحل، ظهرت الأرض والأشجار» (ابن الفقيه، 1996م).

11.4.2 المسعودي

كان علي بن الحسين بن علي أبو الحسن المسعودي (توفي 347هـ /957م) مقتنعاً بكروية الأرض، وقد ارتكز في أدلته على ما أورده بطلميوس؛ لكنه طبّقها عملياً في المناطق العربية والإسلامية، كما فعل ابن الحائك الهمذاني، محاولاً أن يبين الحكم الإلهية من كونها كرويّة ومنفعة ذلك للمخلوقات كافة (المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).

12.4.2 المطهر بن طاهر المقدسي

تناول المطهر بن طاهر المقدسي (توفي بعد 355هـ / بعد 966م) موضوع كروية الأرض مستعرضاً مختلف الآراء والأفكار اليونانية في ذلك، لكنه يضيف إلى الأدلة شيئاً جديداً هو عملية الحفر الافتراضية التي اقترحها أنصار الأرض الكرويّة بين مدينة فوشنج القديمة في خراسان (حالياً تعرف باسم زاندي جان في ولاية هراة في أفغانستان) والصين؛ إلا أنّه لم يوضح هل عملية الحفر عمودية أم أفقية؛ لأننا إذا نظرنا لخريطة وموقع كل من أفغانستان والصين لوجدنا أنهما متجاورين وليس متقابلين وفق مبدأ النقائض.

قال المطهر بن طاهر: «وقد اختلف القدماء في هيئة الأرض وشكلها فذكر بعضهم أنّها مبسوطة مستوية السطح في أربع جهات والمشرق والمغرب والجنوب والشمال ومن هؤلاء من زعم أنّها كهيئة الترس ومنهم من زعم أنّها كهيئة المائدة ومنهم من زعم أنها كهيئة الطبل وذكر بعضهم تشبيه بنصف الكرة كهيئة القبة وأن السماء مركنة على أطرافها وقال بعضهم هي في جانب من الفلك الأوسط وقال قوم هي مستطيلة كالأسطوانة الحجرية كالعمود وقال قوم أن الأرض (تهوي) إلى ما لا نهاية وأنّ السماء يرتفع إلى ما لا نهاية. وقال قوم إنّ الذي يُرى من دوران الكواكب إنما هو دور الأرض لا دور الفلك والذي يعتمده جماهيرهم أنّ الأرض مستديرة كالكرة وأنّ السماء محيطةٌ بها من كل جانب إحاطة البيضة بالمحة فالصفرة بمنزلة الأرض وبياضها بمنزلة الهواء وجلدها بمنزلة السماء، غير أن خلقها ليس فيه استطالة كاستطالة البيضة بل هي مستديرة كاستدارة الكرة المستوية الخرط حتى قال مهندسوهم لو حفر في الوهم وجه الأرض لأدى إلى الوجه الآخر ولو نقب مثلاً بفوشنج لنفذ بأرض الصين. قالوا والناس على وجه الأرض كالنمل على البيضة واحتجوا لقولهم بحجج كثيرة منها برهاني ومنها إقناعي» (المقدسي، (د.ت)).



(الشكل **5.2**) بالنظر إلى خريطة غوغل لموقعي الصين ومدينة فوشنج نجد أنّ ما قصده ابن طاهر المقدسي هو الحفر الأفقي (نفق)، لأن الصين لا تقابل فوشنج على الطرف المقابل للأرض (نقيض)، وإنما هي دولة مجاورة لها (https://www.google.com/maps/@34.2682502،89.375011،5z).

13.4.2 ابن حَوْقَل

كرر محمد بن حَوْقَل (توفي بعد 367هـ / بعد 977م) أدلة بطلميوس عن كروية الأرض، إذْ قال: «حُكيَ عن بطلميوس أنّ عرض الأرض من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي الذي تدور عليه بنات نعش قال واستدارة الفلك على الأرض في مكان خطّ الاستواء ثلاثمائة وستّون درجة قال: والدرجة خمسة وعشرون فرسخاً، والفرسخ اثنا عشر ألف ذراع، والذراع أربعٌ وعشرون إصبعاً، والإصبع ستّ حبّات شعير مصفوفة بطون بعضها إلى بعض. قال: ويكون ذلك تسعة آلاف فرسخ. قال: وبين خطّ الاستواء وكلّ واحد من القطبين تسعون درجة واستدارتها مثل ذلك. قال: والعمارة في الأرض بعد خطّ الاستواء أربعٌ وعشرون درجةً والباقي قد غمره ماء البحر الكبير المحيط» (ابن حوقل، 1938م).

14.4.2 مؤلف مجهول

أورد مؤلف مجهول (توفي بعد 372هـ/982م) أنّ «الأرض مدوّرةٌ كالكرة، والفلك محيط بها، تدور على قطبين، أحدهما يدعى القطب الشمالي، والآخر القطب الجنوبي. وكل كرة إذا رسمت عليها دائرتين كبيرتين تقطعان بعضهما في زاوية قائمة، قَسَمَت تلكما الدائرتان الكرة إلى أربعة أقسام. كذلك الأرض مقسمة إلى أربعة أقسام بدائرتين تدعى إحداهما: دائرة الآفاق، والأخرى خط الاستواء، أما دائرة الآفاق فإنها تبدأ من المشرق وتتجه إلى نهاية العمارة فتمرّ في القطب الجنوبي، فتقطع ناحية المغرب لتعود إلى المشرق مرةً أخرى، وهذه الدائرة هي التي تفصل النصف الظاهر العامر من الأرض عن النصف الآخر



المحجوب الذي تحتنا. وخط الاستواء هو الدائرة التي تخرج من حدود المشرق وتمرّ من وسط الأرض على أبعد مكانٍ من القطبين حتى تصل إلى المغرب وتستمر حتى تعود إلى المشرق مرة أخرى» (مؤلف مجهول، 2002م).

15.4.2 عبد الرحمن الصوفي

ذكر الفلكي الشهير أبو الحسين عبد الرحمن الصوفي (توفي 376هـ /986م) صاحب كتاب (صور الكواكب) «أن الأرض بجميع ما فيها من البر والبحر على مثال الكرة»، و «إنّ الأرض مدوّرةٌ على مثال الكرة» (الصوفي، مخطوطة مكتبة بيازيد باستنبول، رقم (9048)، ص 2و- ص 6ظ). لكنه لم يستعرض الأدلة على كرويتها.

16.4.2 أبو الصقر القبيصي

أورد عبد العزيز بن عثمان القبيصي (توفي نحو 380هـ / نحو 990م) في (رسالة في الأبعاد والأجرام) أن السابقين عليه قد أثبتوا كروية الأرض والسماء وبقية الكواكب (سزكين، علم الفلك، 2008م). وقد عثرنا على رسالته هذه وأثبتنا نصها في الفصل السابع، وهي تمثل بمجملها شروحات لما قدمه بطلميوس في كتابه المجسطي، ويبدو أن القبيصي قد وافق على ما طرحه الفرغاني، حول أن الأرض كروية، وهو ما وجدناه من عمله الآخر (ما شرحه القبيصي من كتاب الفصول للفرغاني) (القبيصي، ما شرحه القبيصي من كتاب الفصول للفرغاني، مخطوطة ضمن مجموع مكتبة آيا صوفيا، بإستنبول، رقم (4832)، ص 6ظ).

17.4.2 المقدسي البشاري

كرّر محمد بن أحمد بن أبي بكر البناء المقدسي البشاري (توفي نحو 380هـ / نحو 990م) ما سبق وطرحه العلماء العرب السابقين من تشبيه الأرض بالمحّة في جوف البيضة، دون أن يذكر أدلّة كرويتها. وقد قال: «فأمّا الأرض فإنها كالكرة موضوعةٌ جوف الفلك كالمحة جوف البيضة والنسيم حول الأرض وهو جاذبٌ لها من جميع جوانبها الى الفلك. .. ومثلوا الفلك بخرّاطٍ يدير شيئاً مجوّفاً وسطه جوزة، فإذا أدار ذلك الشيء وقفت الجوزة وسطه، والأرض مقسومة بنصفين بينهما خط الاستواء وهو من المشرق الى المغرب وهذا طول الأرض وهو أكبر خطٍ في كرة الأرض، كما أنّ منطقة البروج أكبر خط في الفلك وعرض الأرض من القطب الجنوبي الذي يدور حوله سهيل إلى الشمال الذي يدور حوله بنات نعش فاستدارة الأرض موضع خط الاستواء ثلاثمائة وستون درجة والدرجة خمسة وعشرون فرسخاً فيكون ذلك تسعة آلاف فرسخ وبين خط الاستواء وكل واحد من القطبين تسعون درجة واستدارتها عرضاً مثل ذلك لأنّ العمارة في الأرض بعد خط الاستواء أربع وعشرون درجة ثم الباقي قد غمره البحر فالخلق على الربع الشمالي من الأرض والربع الجنوبي خراب والنصف الذي تحتنا لا ساكن فيه والربعان الظاهران هما الأربعة عشر إقليماً التي ذكرنا» (المقدسي البشاري، 1991م).

18.4.2 محمد بن أحمد الخوارزمي

لقد تعرفنا على رأي محمد بن أحمد الخوارزمي (توفي نحو 387هـ/ 997م) عن كروية الأرض من خلال ما كتبه عنه تقي الدين المقريزي (توفي 845هـ/ 1442م) إذْ قال: «وقال محمد بن أحمد الخوارزمي: الأرض في

وسط السماء، والوسط هو السفلي بالحقيقة، وهي مدوّرةٌ مضرسةٌ من جهة الجبال البارزة والوهاد الغائرة، وذلك لا يخرجها عن الكرويّة إذا اعتبرت جملتها لأن مقادير الجبال وإن شمخت يسيرة بالقياس إلى كرة الأرض، فإن الكرة التي قطرها ذراع، أو ذراعان مثلاً إذا أنتأ منها شيء أو غار فيها لا يخرجها عن الكروية، ولا هذه التضاريس لإحاطة الماء بها من جميع جوانبها وغمرها، بحيث لا يظهر منها شيء» (المقريزي، 1997م).

ويشير هنا الخوارزمي إشارةً مهمةً وهي أنّ التضاريس والمعالم الطبيعية المنتشرة على سطح الأرض لا تمنع أنْ تجعل الأرض كرويّة الهيئة، ويستعين لتأكيد هذه الفكرة بتشبيه مبسّط هو أنّ الكرة التي قطرها نحو 50 سنتيمتر لن تؤثر النتوءات التي تنتشر على سطحها على كرويتها في شيء.

19.4.2 إخوان الصفا

ناقش إخوان الصفا (القرن 4هـ/ 10م) موضوع كروية الأرض في رسائلهم، وقد اعتبروها واقفة في الهواء، وأنّ مركزها يشكّل مركز العالم دون أية إضافات جديدة على ما طرحه العلماء سابقاً.

قال إخوان الصفا: « والأرض جسمٌ مدوّرٌ مثل الكرة وهي واقفةٌ في الهواء بأنّ اللّه يجمع جبالها وبحارها وبراريها وعماراتها وخرابها، والهواء محيطٌ بها من جميع جهاتها شرقها وغربها وجنوبها وشمالها، ومن ذا الجانب، ومن ذلك الجانب. .. ومركزها هي نقطةٌ متوهّمةٌ في عمقها على نصف القطر وبعدها من ظاهر سطح الأرض ومن سطح البحر من جميع الجهات متساوٍ، لأنّ الأرض بجميع البحار التي على ظهرها كرةٌ واحدةٌ، وليس شيءٌ من ظاهر سطح الأرض من جميع

جهاتها هو أسفل الأرض كما يتوهّم كثير من الناس، ممن ليس له رياضة بالنظر في علم الهندسة والهيئة، وذلك أنهم يتوهّمون ويظنّون بأنّ سطح الأرض من الجانب المقابل لموضعنا هو أسفل الأرض، وأنّ الهواء المحيط بذلك الجانب هو أيضاً أسفل من الأرض، وأنّ النّصف من فلك القمر المحيط بالهواء هو أيضاً أسفل من الهواء، وهكذا سائر طبقات الأفلاك كلّ واحدٍ أسفل من الآخر حتى يلزم أن أسفل السافلين هو نصف الفلك المحيط الذي هو أعلى علّيين في دائم الأوقات، وليس الأمر كما توهّموا لأن هذا رأي يتعقّله الإنسان من الصبا بالتوهم بغير رويّة ولا برهان، فإذا ارتاض الإنسان في علم الهيئة والهندسة تبيّن له أن الأمر بخلاف ما توهّم قبل؛ وذلك أنّ أسفل الأرض بالحقيقة هو نقطة وهميّة في عمق الأرض على نصف قطرها وهو الذي يسمّى مركز العالم، وهو عمق باطنها مما يلي مركزها من أيِّ جانبٍ كان من الأرض، لأنّ مركز الأرض هو أسفل السافلين، فأمّا سطحها الظاهر المماسّ للهواء، وسطح البحار من جميع الجهات فهو فوق، والهواء المحيط أيضاً من جميع الجهات» (إخوان الصفا، (د.ت)).

5.2 علماء القرن (5هـ/ 11م)

1.5.2 أبو بكر الكرجي

استدلّ أبو بكر محمد حسن الكرجي (توفي بعد 406هـ/ 1015م) على كرويّة الأرض عملياً من خلال البحار، وقد برهن على ذلك منطقياً من خلال موازاة سطح البحر لسطح اليابسة ولم يكن هناك أي جريان أو تدفق للمياه نحو اليابسة، ثم قدّم لنا الكرجي ردَّه على أنّ تكوّر الأرض يقتضي حركتها بشكل أبدي، وبالتالي فإنّ الماء الموزع على سطحها يتحرك أيضاً بشكلٍ أبدي؛ حيث قال: إنّ تضرُّس سطح الأرض هو السبب في سكونها وعدمَ حركتِّها (الكرجي، 1940م)؛ لكننا سبق وأنْ وجدنا أنّ الخوارزمي لم يُعر أيَّ أهمية لمسألة التضاريس وتأثيرها على شكل كروية أو سكونها وحركتها.

الحقيقة أن فرضية تكوّر الأرض تقتضي حركتها هي الصحيحة، ولا تقتضي سكونها، ولا نعلم لماذا ناقض الكرجي نفسه، فالإقرار بأن الكواكب والأجرام السماوية المحيطة بالأرض كروية، وأنّها تتحرك يقتضي أن نُقرّ بحركة الأرض كونها كروية أيضاً! ولكن يبدو أنّ سطوة المجتمع العلمي المحيط وخشية مخالفته كانت تسيطر على أذهان بعض العلماء العرب، لذلك كان معظمهم يؤيد فكرة سكون الأرض في مركز العالم، مع أنها كروية.

2.5.2 الشيخ المفيد

ذكر محمّد بن محمّد بن النعمان بن عبد السّلام الحارثي المذحجي العكبري أبو عبد اللّه (توفي 413هـ / 1022م) أن «الأرض على هيئة الكرة في وسط الفلك»، وقد انتبه الشيخ المفيد إلى مسألة مهمة تتعلق بحدود الأرض وما يحيط بها، وهو ما كان يصطلح عليه عند العرب اسم

(العالم)، حيث قال في فقرةٍ خاصّةٍ بعنوان: «القول فيمن نظر وراء العالم أو مدّ يده» وتابع «وأقول: إنه لا يصحّ خروج يدٍ ولا غيرها وراء العالم؛ إذْ كان الخارج لا يكون خارجاً إلا بحركةٍ، والمتحرّك لا يصحّ تحرّكه إلا في مكانٍ، وليس وراء العالم شيءٌ موجود فيكون مكاناً أو غير مكان، وإذا لم تصحّ حركة شيءٍ إلى خارج العالم لم تصح رؤية ما وراء العالم، لأنّ الرؤية لا تقع إلا على شيءٍ موجود تصح رؤيته باتصال الشّعاع به أو محلّه، وليس وراء العالم شيءٌ موجودٌ ولا معلومٌ فضلاً عن موجود» (الشيخ المفيد، 1992م). ولكن ينسب أحمد بن يحيى المرتضى (توفي 840هـ/ 1436م) هذا الاعتقاد نفسه إلى أبي القاسم البلخي الكعبي، دون أن يتفق معه (مكدمورت، 1992م).

على العموم سيتكرر ظهور هذه الفكرة ومناقشتها لاحقاً فيما عُرف بعد ذلك باسم (نقش فلاماريون Flammarion engraving) في القرن التاسع عشر، وهو نقش على الخشب وضع من قبل فنانٍ غير معروف، وقد سمي بهذا الاسم لأنّ أول ظهور موثق له كان في كتاب عالم الفلك الفرنسي كميل فلاماريون (توفي 1925م) C. Flammarion عام 1888 (الغلاف الجوي: الأرصاد الجوية الشعبية). وغالباً ما يستخدم هذا النقش الخشبي كتوضيح مجازي للمهام العلمية أو الصوفية للمعرفة؛ إذْ يُصور النقش رجلاً يرتدي رداءً طويلاً ويحمل عصاً على حافة الأرض حيث تلتقي بالسماء، وهناك يجثو الرجل على ركبتيه ويخرج رأسه وكتفيه ويده اليمنى عبر السماء المرصعة بالنجوم، ليكتشف عالماً رائعاً من الغيوم والنيران والشمس الدائرية وراء السماء، كما يحمل أحد عناصر الآلية الكونية تشابهاً قوياً مع التمثيلات التصويرية التقليدية لـ «العجلة في منتصف العجلة» الموصوفة في رؤى النبي العبري حزقيال. يقول النصّ التوضيحي المصاحب للنقش في كتاب فلاماريون: «يخبرنا أحد المرسلين في العصور الوسطى أنّه وجد النقطة التي تتلامس فيها الأرض والسماء. .. » (Flammarion، 1888).



(الشكل **6.2**) صورة ملونة من نقش فلاماريون والتي نقترح أن تُسمى نقش (الشيخ المفيد-فلاماريون) وهي تظهر محاولة رجلٍ أن يلمس السماء بيده ويصل لحافة الأرض المسطحة ويستكشف ما وراء الأفقً. وهي الفكرة التي سبق وأن ناقشها الشيخ المفيد قبل 900 سنة (https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flammarion_Colored.jpg).

3.5.2 ابن الهيثم

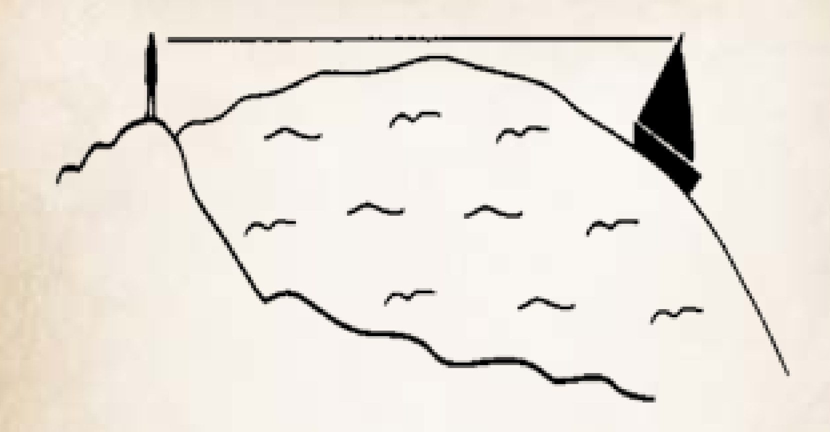
بطريقةٍ مشابهةٍ لتفسير الكرجي، قام الحسن بن الهيثم (توفي نحو 430هـ / نحو 1038م) بتكرار الرأي نفسه حول كرويّة الأرض وانتشار التضاريس على سطحها وسكونها في مركز العالم، حيث قال: «وشكل الأرض بكلّيتها وجميع أجزائها شبيه بالكرة، لكن سطحها ليس بصحيح الاستدارة بل فيه تضاريس ليس للذي يعرض فيه من تأثيرات الأجرام السماوية، إلا أنّ ذلك ليس بمبطلٍ لكرويتها ولا يخرجها عن شكلها، بل هي بالإضافة إلى جملتها كالخشونة العارضة في سطح بعض الأكر الصغار؛ فالأرض بجملتها كرةٌ مستديرةٌ مركزها مركز العالم وهي مستقرّة في وسطه، ثابتةٌ فيه غير منتقلةٍ إلى جهةٍ من الجهات، ولا متحركة بضربٍ من ضروب الحركات بل هي دائمة السكون، فأمّا الماء فإنه محيط بكرة الأرض إلا أنّ الماء لما كان ثقيلاً وكانت حركته إلى مركزه وكانت كرة الأرض حاجز بينها وبين المركز صار في أقرب الأماكن من المركز، فأحاط بكرة الأرض ولما كانت الأرض متشقّقة الظاهر وكان فيها مواضع منخفضة ومواضع مرتفعة فكان الماء من أجل ثقله يطلب المركز وبأقرب من المركز صار منحدراً بالطبع إلى المواضع المنخفضة فبقيت المواضع المرتفعة منكشفة كالجزائر التي تكون في وسط البحر والماء محيطٌ بها» (ابن الهيثم، قول في هيئة العالم، مخطوطة موجودة ضمن مجموع في المكتبة البريطانية، رقم (IO Islamic 1270)، ص 101ظ).

4.5.2 ابن سينا

انطلاقاً من كون السماء متناهيةً وبسيطةً، لذلك فإن شكلها كرويٌّ، وقد قرّر ابن سينا (توفي 428هـ / 1037م) كرويّة الأرض، لأنّ «الأجسام الفلكية تعمّها جميعاً الجسمية والشكل المستدير والحركة على الاستدارة، وإنّ فعالها

بالطبيعة لا بالقصد، فإن ما يقع عنها إنّما يقع من طبيعة حركاتها وقواها، إلا أنها عالمة بم يقع من حركاتها وشكلها بأشكالها المختلفة وممازجاتها» (ابن سينا، تعليقات الشيخ الرئيس، رسالة ضمن مجموع رسائل مخطوط، مكتبة جامعة برنستون، (ELS. رقم 308)، ص 187ظ).

في الواقع تقررت فكرة الربط بين كرويّة السماء وكرويّة الأرض منذ أيام البابليين، وقد جاء إيدوكسوس الكنيدوسي (توفي 337 ق.م) Eudoxus of Cnidus وأطّرها وعمّمها لتشمل حركة الأجرام السماوية أيضاً (Neugebauer، 1969)، ثم يسرد لنا ابن سينا أدلته على كروية الأرض وهي مأخوذةٌ عن أستاذه أرسطو: «وأما السطح الذي يلي الأرض، أو يلي جسماً يلي الأرض، فيشبه أنْ يعرض له هذا الانثلام بالمخالطة المضرّسة، وما كان رطباً سيالاً فإن سطحه الذي يلي رطباً مثله يجب أن يحفظ شكله الطبيعي المستدير، ولو لم يكن سطح الماء مستديراً لكانت السفن إذا ظهرت من بعد تظهر بجملتها، لكن تُرى أصغر، ولا يظهر منها أولا جزء دون جزء؛ وليس الأمر كذلك؛ بل إنما يظهر أولاً طرف السكان ثم صدر السفينة. ولو كان الماء مستقيم السطح لكان الجزء الوسط منه أقرب إلى المركز المتحرك إليه بالطبع من الجزئين الطرفين؛ فكان يجب أن يميل الجزءان الطرفان إلى الوسط، وإن لم يكن ذلك ليصلا إليه، كما قلنا؛ بل ليكون لهما إليه النسبة المتشابهة المذكورة؛ وتلك النسبة لا مانع لها، في طباع الماء عن أن تنال بتدافع أجزائه إلى المركز، تدافعاً مستوياً. فحينئذ يكون بعد سطحه عن المركز بعداً واحداً، فيكون مستديراً» (ابن سينا، 2012م).



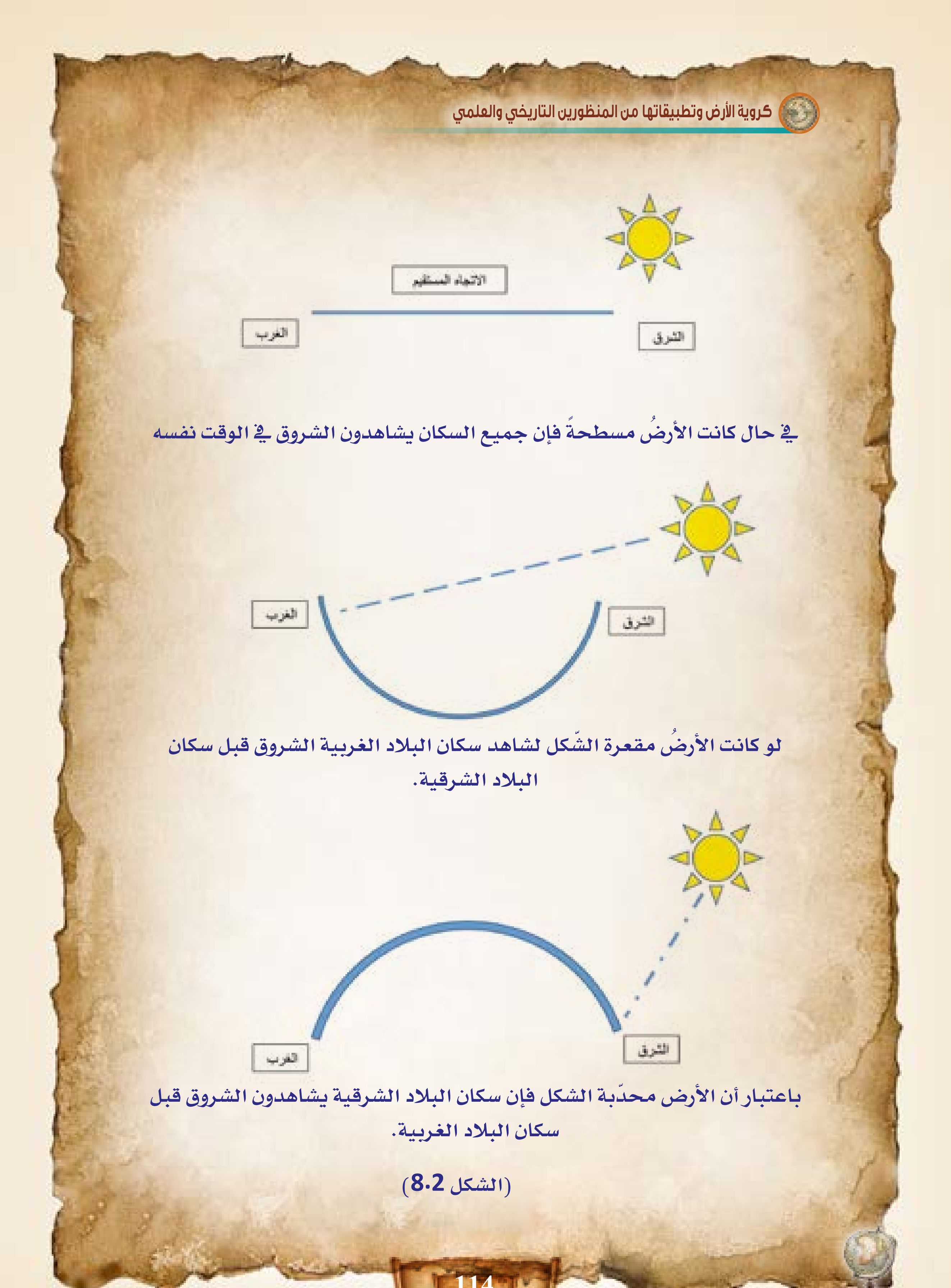
(الشكل 7.2) أعاد ابن سينا حجة أرسطو في اختفاء السفينة بعد خط الأفق عندما ينظر إليها مراقب من الشاطئ وهي تبحر مبتعدةً عنه (مصدر الصورة والتعليق: Smith، 1997).

6.5.2 البيروني

ردّ أبو الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م) على من يقول إنّ شكل الأرض أسطوانياً، سواءٌ من الهنود أو اليونانيين، وقال بأنّ هذا غير ممكنٍ، وإلا لبرز الربع الجنوبي المقاطر للربع الشمالي عن الماء (البيروني، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، 1962م)، وهو ما لم نشاهده في الواقع، ثم أورد البيروني أدلّة بطلميوس في إثبات كروية الأرض، ويبدو أنّه كان مقتنعاً بها نظراً لمنطقها العقلي السليم، فهو لم يقدم أي اعتراض عليها (البيروني، القانون المسعودي، 1954م). كما أننا نلاحظ أنّ البيروني قد تبنى رأي محمد بن أحمد الخوارزمي في شكل الأرض وتوزع المعالم الجغرافية عليها.

وأشار البيروني أيضاً إلى حالات التقعُّر والتحدّب والاستقامة التي يُستدلّ من خلالها على كروية الأرض، وقد أثبت أن الامتداد في اتجاهات الشرق والغرب والجنوب والشمال محدّب الشكل وليس مستقيماً ولا مقعّراً. إذْ لو كان الامتداد من الشرق إلى الغرب مستقيماً لشاهد جميع سكان البلاد القاطنين في هذا الاتجاه شروق الأجرام السماوية في الوقت نفسه، ولو كان الامتداد مقعراً، أي منحنياً إلى الداخل لاختلفت أوقات الشروق بشكل فعلي بين بلدٍ وآخر، ولكان سكان البلاد الغربية سيشاهدون شروقها قبل البلاد الشرقية؛ وفي حال التحديب الشبيه بسطح كرة فإن ما يحدث هو مشاهدة سكان البلاد الشرقية للأجرام قبل الغربية (أحمد، 1960م).

ويمكن تمثيل الحالات الثلاث السابقة في (**الشكل** 7.2) التوضيحي الآتي:



في حال كانت الأرضُ مسطحةً فإن جميع السكان يشاهدون الشروق في الوقت نفسه

لو كانت الأرضُ مقعرة الشّكل لشاهد سكان البلاد الغربية الشروق قبل سكان البلاد الشرقية.

باعتبار أن الأرض محدّبة الشكل فإن سكان البلاد الشرقية يشاهدون الشروق قبل سكان البلاد الغربية.

(الشكل 8.2)

7.5.2 أبو رشيد النيسابوري

ناقش أبو رشيد النيسابوري، سعيد بن محمد بن حسن بن حاتم (توفي نحو 440هـ / نحو 1048م)، موضوع شكل الأرض، هل هو كروي أم مسطح؛ لكنه في البداية سجّل لنا آراء أساتذته قبل أن يقدم رأيه، وقد قدم النيسابوري عدة اعتراضات على طروحات أرسطو حول كروية الأرض، وحاول أن يثبت أنّها مسطّحة. كما قدم النيسابوري اعتراضه على طروحات بطلميوس أيضاً، مع أن الأخير أراد أن يثبت أنّ الأرض كروية (النيسابوري، 1979).

يستنتج في النهاية النيسابوري بعد مناقشةٍ طويلة أنّ الأرض مسطحة وليست كروية! مؤيداً بذلك رأي شيخه أبو علي الجبائي (الأب).

8.5.2 أبو الفتح الكراجكي

أفرد الشيخ القاضي أبي الفتح محمد بن علي الكراجكي (توفي 449هـ/ 1057م) فصلاً كاملاً في كتابه (كنز الفوائد) يتكلم فيه عن هيئة الأرض الكروية، وقد كرّر الأدلة التي سبق وذكرها علماء الفلك والجغرافيا دون أيّة إضافةٍ جديدة (الكراجكي، 1990م).

9.5.2 ابن حزم الأندلسي

قدّم لنا ابن حزم الأندلسي (توفي 456هـ/ 1063م) أدلة كروية الأرض النقلية (من القرآن الكريم والسنّة النبوية)، ثم قدم الأدلة العقلية، وأول دليلٍ ساقه هو اختلاف زوال الشمس في النهار بين مكان وآخر، ثم إنّ حركة الأجرام من حولها تدلّ أيضاً على ذلك (ابن حزم الأندلسي، (د.ت)).

6.2 علماء القرن (6هـ/ 12م)

1.6.2 محمد الخرقي

اعتمد الفلكي محمد بن أحمد بن أبي بشر المروزي، المعروف بالخرقي (توفي 533هـ/ 1139م) في كتابه (التبصرة في الهيئة) على من سبقه في سرد أدلّة كروية الأرض، وخصوصاً ابن الهيثم، دون أية إضافة جديدة حيث قال: «وكل واحد من البسائط متشكلٌ بشكل كرةٍ محيطٍ بعضها ببعضٍ حتى انتظم من الجميع كرةٌ واحد يحيط بها سطح واحد هو نهاية العالم وراءه خلاءٌ ولا ملاءٌ وتوجد في داخلها نقطة كل الخطوط المخرجة المستقيمة منها إلى السطح المحيط متساوية هي مركز العالم، وهي أيضاً مركز الأرض إذْ الأرض تميل بطبعها إلى حيث يكون مركز العالم في وسطها والماء محيط بأكثر الأرض وكان يحيط بكلها لولا التضاريس التي في ظاهر الأرض لما فيها من الجبال الراسخة والوهدات الغائرة فارتفع بعضها عن الماء منزلة جزيرة بارزة في وسط البحر وصار الماء مع الأرض بمنزلة كرةٍ واحدةٍ وتلك التضاريس لا تقدح في كروية الأرض» (الخرقي، التبصرة في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة ويلكم، لندن، رقم (WMS Arabic 290)، ص 3ظ).

2.6.2 الزّهري الغرناطي

قدم لنا محمد بن أبي بكر الزهري الغرناطي (توفي بعد 541هـ/ 1154م) أدلّة كرويّة الأرض، سواء النقلي منها أو العقلي، وهي بمجملها تكرار لما سبق وأن طرحه العلماء السابقون.

قال الزهري الغرناطي: «لأنّ الأرض كورية (أي كروية)، والجغرافية بسيطة، لكنهم بسطوا الإسطرلاب، وكما بسطوا هيئات الكسوف في دواوينهم، ليعلم الناظر فيها جميع أجزائها وأصقاعها وحدودها وأقاليمها وبحارها وأنهارها وجبالها ومعمورها وقفرها وحيث تقع كل مدينةٍ من مدائنها في شرقها وغربها وبنظر الناظر مكان أعاجيبها وما في كل جزءٍ من الأعاجيب المشهورة والمباني الموصوفة بالقدم في أقطارها» (الزهري الغرناطي، (د.ت)). وقد «اختلف الناس ممن سلف وخلف أنّ الأرض كرويّة. ومنهم من قال إنها سطحٌ؛ فأمّا من قال إنها سطح فلا يقوم له بُرهان، غير أنّه تعلّق بقوله تعالى: ﴿وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ﴾ (سورة النازعات، الآية: 30) تأويل هذه الآية لا يفقهه إلا أهل العلم، ولو أن اللّه تعالى دحى الأرض لما استقر عليها أحد. وهو قوله ﷻ: ﴿لِّتَسْلُكُواْ مِنْهَا سُبُلًا فِجَاجًا﴾ (سورة نوح، الآية: 20)، وأمّا من قال إنها كروية فله في ذلك البراهين الواضحة والدلائل البينة منها:

جريُ الماء على الأرض،
واختلاف النظر في الفلك،
وقِصر الظلّ،
وقصر الليل وطول النهار وإيلاج بعضها في بعض،
واختلاف درج المطالع،

ولو كانت الأرض سطحيةً لم يكن في الفلك من هذا كله شيء ولكان الليل والنهار على حدٍّ واحدٍ طول الدهر، واختصرنا الكلام في هذا إذْ هذا موضعه» (الزهري الغرناطي، (د.ت)).

3.6.2 الشريف الإدريسي

لخص الجغرافي البارز محمد بن محمد بن عبد الله بن إدريس الإدريسي (توفي 560هـ / 1165م) أقوال السابقين حول كروية الأرض دون أن يقدم لنا الجديد، وقال: «إنّ الذي تحصّل من كلام الفلاسفة وجلّة العلماء وأهل النظر في علم الهيئة أن الأرض مدوّرة كتدوير الكرة والماءُ لاصقٌ بها وراكد عليها ركوداً طبيعياً لا يفارقها والأرض والماء مستقران في جوف الفلك كالمحة في جوف البيضة ووضعهما وضع متوسطٍ والنسيمُ محيطٌ بهما من جميع جهاتهما وهو لهما جاذب إلى جهة الفلك أو دافعٌ لهما والله أعلم بحقيقة ذلك» (الإدريسي، 1989م).



(الشكل 9.2) لقد قال الإدريسي بأن هيئة الأرض كروية، على قول من سبقه من العلماء؛ لكن الخريطة التي وضعها تشير إلى أمرين: الأول وجود تغيّر في اتجاهات الأماكن، فالشمال الذي نعرفه حالياً في خرائطنا هو الجنوب في خريطة الإدريسي، والجنوب في خرائطنا هو الشمال وقد نبّه على ذلك كتابةً. أمر آخر نلاحظه هو وضعه لحدود جبلية ومن ثم يحيط باليابسة البحر المحيط، وهذا يعني تقارب الخريطة مع الأرض المسطحة أكثر منه مع الأرض الكروية (الإدريسي، نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، مخطوطة محفوظة في مكتبة بودليان، رقم (MS. Pococke 375)، ص 2-1).



4.6.2 ابن طفيل

الكون كله حسب ابن طفيل (توفي 581هـ /1185م) كروي. وقد عرف ذلك من ملاحظته لأقدار Magnitudes (أي مقدار تفاوت لمعان النجوم بالنسبة لراصد لها من الأرض) النجوم والأجرام الذي يكون متقارباً بدرجته عند طلوعها وتوسطها وغروبها، وهي الملاحظة نفسها التي سبق وأن لاحظها بطلميوس وأشار إليها.

قال ابن طفيل: لو كانت حركتها (للنجوم) غير كروية لكانت في بعض الأوقات أقرب إلى البصر منها في أوقات أخرى (غالب، 1991م). وقد استدلّ ابن طفيل على كروية الأرض من خلال حركة النجوم التي تطلع من المشرق وتغيب في المغرب، فإذا طلعت على سمت الرأس كانت الدائرة التي تقطعه تلك النجوم في السماء أكبر من الدوائر التي تقطعها تلك النجوم التي تطلع عن اليمين أو الشمال، ثمّ إنّ النجوم إذا طلعت معاً (ولو كانت تسير في مدارات مختلفة) فإنّها تغرب معاً أيضاً (فروخ، 1983م).

قال ابن طفيل: «وقد ثبت في علوم التعاليم (الرياضياتية) بالبراهين القطعية، أنّ الشمس كروية الشكل، وأنّ الأرض كذلك، وأنّ الشمس أعظم من الأرض كثيراً، وأنّ الذي يستضيء من الشمس أبداً هو أعظم من نصفها، وأنّ هذا النصف المضيء من الأرض في كل وقت أشدّ ما يكون الضوء في وسطه، لأنّه أبعدُ المواضع من المظلمة، ولأنّه يقابل من الشمس أجزاءً أكثر، وما قرب من المحيط كان أقلّ ضوءً حتى ينتهي إلى الظلمة عند محيط الدائرة الذي ما أضاء موقعه من الأرض قط، وإنما يكون الموضع وسط دائرة الضّياء إذا كانت الشمس على سمت رؤوس الساكنين فيه، وحينئذٍ تكون الحرارة في ذلك الموضع أشدّ ما يكون، فإنْ كان الموضع مما تبعد الشمس عن مسامتة رؤوس أهله، كان شديد البرودة جداً، وإن كان مما تدوم فيه المسامتة كان شديد الحرارة، وقد ثبت في علم الهيئة أن بقاع الأرض التي على خط الاستواء لا تسامت الشمس رؤوس أهلها سوى مرتين في العام: عند حلولها برأس الحمل، وعند حلولها برأس الميزان؛ وهي في سائر العام ستة أشهر جنوباً منهم، وستة أشهر شمالاً منهم: فليس عندهم حرٌّ مفرطٌ، ولا بردٌ مفرطٌ» (ابن طفيل، 2011م).

7.2 علماء القرن (7هـ/ 13م)

1.7.2 ياقوت الحموي

أورد الجغرافي الشهير ياقوت الحموي (توفي 626هـ / 1229م) آراء من سبقه حول شكل الأرض، سواءٌ من اليونانيين أو العلماء العرب والمسلمين وعلى مختلف فرقهم: فلاسفة ومتكلمين؛ لكنه يميل لتبني رأي محمد بن أحمد الخوارزمي فقط، وهو أنّ الأرض كروية تنتشر عليها التضاريس والمعالم الصخرية المختلفة التي تسمح بتوزع الماء بشكلٍ مختلف على سطحها (الحموي، 1995م).

2.7.2 ابن مطروح

يبدو أن ثقافة الأرض الكروية أصبحت شائعةً قبل منتصف القرن 13م في البلاد العربية والإسلامية، وحتى أنّ الناس كانوا يتبادلون الهدايا بمجسماتها. فقد أهدى الشاعر جمال الدين يحيى بن عيسى بن مطروح (توفي 650هـ/ 1252م) إلى أحد أصدقائه مجسم لكرة أرضية وكتب إليه قائلاً (الخطيب، 1927م):

كرة الأرض مع محيط السماء ... لك أهديت يا كريم الإخاء

وإذا ما قبلتها فلك المنـّ ... ـة عندي يا أكرم الكرماء

3.7.2 مؤيد الدين العُرَضي

أقرّ الفلكي مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م) بكروية الأرض، مشيراً أنّ الماء قد أخذ شكله الكرويّ من سطح الأرض الموزع عليها. ثم قدّم الأدلة العلمية المتنوعة المعروفة سابقاً على كروية الأرض (العُرَضي، 1995م).

4.7.2 القزويني

لم يضف زكريا بن محمد بن محمود القزويني (توفي 682هـ/ 1283م) أي جديد على ما قاله العلماء العرب السابقون حول كروية الأرض (القزويني، 2006م).

5.7.2 ابن كمونة

استدل سعد بن منصور بن كمونة (توفي 683هـ/ 1285م) على كروية الأرض من خلال كروية العناصر الأربعة المحيطة بها. فالهواء والماء والنار كلها كروية الشكل، لذلك لابد وأنّها تحيط بجسم كرويّ الهيئة، وهي الفكرة التي سبق وأن أشار إليها الفارابي من قبل، لكن مع تفصيلٍ أكثر. حيث قال: إنّ «كرة الهواء ليست صحيحة الاستدارة تقعيراً لمماسة الماء والأرض، فتدخل في الوهاد والأغوار، وتدخل في الجبال وغيرها من المرتفعات، ومجموع الماء والأرض قريب إلى الاستدارة، وإن لم تكون استدارته حقيقية، ولو لم يكن ذلك كذلك، لكانت إما مستقيمة من المشرق إلى المغرب، أو مقعرةً أو محدّبةً.

والأول باطلٌ؛ وإلا لكان طلوع الكواكب على جميع البلدان على ذلك السطح وغروبها عنها في زمانٍ واحدٍ، فما كانت تختلف أوقات الخسوفات في شيء من البلدان.

والثاني أيضاً باطلٌ؛ وإلا لكان طلوعها على البلدان الغربية قبل الشرقية. فهي إذن محدّبة من المشرق إلى المغرب. وكذا من الشمال إلى الجنوب.

فإنّها لو كانت مستقيمةً فيها، لما ظهر ازدياد ارتفاع الكواكب القريبة من أحد القطبين، والبعيدة. وازياد انخفاضها بحسب سكون السالك إلى الشمال أو إلى الجنوب، ولو كانت مقعرةً فيه لازداد خفاء ما قرب من القطب الشمالي، كلما ازداد التوغل في الشمال؛ فالمسكون من الأرض محدب من جميع الجوانب، ونحدس منه أن كلها كذلك، لاسيما عند اعتبار استدارة ظلها في الخسوفات كلها؛ فإن انخساف القمر مستدير، وهو ظل الأرض، ولولا كروية الماء، لما كان السائر في البحر من أي النواحي، وإلى أيّها سار، إذا قَرُبَ من البرّ يرى أولاً مع وجه الماء رؤوس الجبال أو النار، ثم كلما قَرُبَ يرتفع له منها شيءٌ فشيء، كأنها غارقة في البحر، فظهرت قليلاً قليلاً. ولو كان سطح الماء مستوياً لرؤيت جميعها دفعةً واحدة» (ابن كمونة، 1982م).

6.7.2 ابن سعيد المغربي

الأرض كروية عند علي بن موسى بن محمد ابن سعيد المغربي (توفي 685هـ / 1286م) و«يحيط بها الماء، وهما واقفان بالمركز في قلب الأفلاك ودورها ثلاثمائة وستون درجة، وكل درجة ونصف مائة ميل. والميل أربعة آلاف ذراع» (ابن سعيد المغربي، 1970م).

8.2 علماء القرن (8هـ/ 14م)

1.8.2 قطب الدين الشيرازي

ناقش قطب الدين الشيرازي (توفي 710هـ / 1310م) كروية الأرض وما يحيط بها من الماء بشكل موسّع ومفصّل في كتابه (نهاية الإدراك في دراية الأفلاك) (الشيرازي، نهاية الإدراك في دراية الأفلاك، مخطوطة مكتبة الدولة في برلين، رقم (Petermann I 674)، ص 13و15-ظ)؛ لكنه في البداية انطلق من فرضيات أنّها غير مكوّرة، ثمّ نقضها، ثم بيّن أنها كروية. وقد كان عرضه أفضل من عرض الكثيرين الذين سبقوه لأنّه اعتمد البرهان بطريقة نقض الفرض، وهي طريقة منطقية تجعل من الحجة قوية.

2.8.2 الوطواط

كان محمد بن إبراهيم بن يحيى بن علي الأنصاري الكتبي، المعروف بالوطواط (توفي 718هـ / 1318م) مقتنعاً بكروية الأرض والسماء وكل الأجرام السماوية، وقد استقى براهينه من العلماء السابقين؛ فقد ركّز على مثالي تأخر رؤية الخسوف بين الراصد المشرق والمغربي، واختلاف منظر النجوم المرصودة في المكان نفسه.

قال الوطواط: «وبرهانهم على كرويته (الفلك) أنهم رأوا الشمس والقمر وسائر الكواكب متحركات أبداً من المشارق إلى المغارب على دوائر موازٍ بعضها لبعض طالعةً من أفق المشرق قليلاً قليلاً طالبةً وسط السماء، فإذا بلغته أخذت في الانحطاط طالبةً أفق المغرب، فإذا بلغته غابت ألبتة كأنّها في الأرض تقع ثم تلبث بعد ذلك غائبةً عن

الأبصار زماناً ثم تطلع أيضاً وتغيب كأنّه ابتداءٌ آخرٌ. وامتحن ذلك أيضاً أصحاب الرصد المأموني فإنهم رصدوا خسوفاً قمرياً كان ابتداؤه بخراسان على مضي ساعة من الليل، وكان ابتداؤه بالعراق قبل الغروب وطلع القمر منخسفاً فَعُلِمَ أنّ القمر طلع على العراق قبل طلوعه على خراسان، وأنّ الشمس غربت عن أهل العراق بعد أنْ غربت عن أهل خُراسان، ولأنّ من تأمل في السماء في أي وقتٍ من الليل وجد فوقه كرة فيها ستة بروجٍ، فإذا تأملها في مثل ذلك الوقت من الليل بعد انقضاء ستة أشهرٍ شمسية وجد نصف الكرة الذي فوقه في المرة الثانية غير النصف الذي كان فوقه في المرة الأولى، والبروج غير البروج التي رآها فعلم أنّ النصف الذي نظر (إليه) أولاً صار تحته ثانياً، ولأنها لو كانت مسطوحة على رأي من زعم ذلك لكانت الشمس والكواكب التي تغرب عنا لا تزال تصغر قليلاً حتى تهفى عنا لصغرها، ولو كانت سقفاً كروياً كالخيمة -كما زعم آخرون- للزم أن لا تزال الكواكب طالعةً فيه أبداً ورأي العين يكذّب ذلك، وإنما فطرت كروية الشكل لأمرين:

أحدهما أن السماء أسرع المتحركات، وأسرع الأشياء المتحركة الشكل الكروي، لأنه لا يثبت على مكانٍ من الأمكنة إلا بأصغر أجزائه، كالنقطة.

والأمر الثاني أنّ السماء لما كانت مشتملة على سائر العالم وجب أن تكون أوسع الأجرام مساحةً ومقداراً وأبعدها من الآفات وليس شيءٌ كذلك غير الشكل لإحاطة شكله بالمساحة والمقدار» (الوطواط، المختار من مباهج الفكر.. بدائع الفطر، مخطوطة مكتبة السليمانية في إستانبول، رقم (788)، ص 11ظ – 12ظ).

3.8.2 شيخ الربوة

أقرّ الشيخ شمس الدين أبو عبد الله محمد بن أبي طالب الأنصاري الدمشقي المعروف بشيخ الربوة (توفي 727هـ/ 1327م) بأنّ الأرض كروية فهي «كروية الشكل بالكلية، مضرّسة بالجزئية من جهة الجبال البارزة والوهدات الغائرة، ولا يخرجها ذلك من الكروية». وأثر الخوارزمي واضح في طروحاته.

ثم أورد أدلة كرويتها حسب ما وصله ممن سبقه: «قالوا والدليل على أنّ الأرض كروية الشكل مستديرةً أنّ الشمس والقمر وسائر الكواكب لا يوجد طلوعها ولا غروبها على جميع النواحي في وقتٍ واحد، بل يُرى طلوعها في النواحي المشرقية من الأرض قبل طلوعها على النواحي المغربية، وغيبوبتها عن المغربية، وكذلك خسوف القمر إذا اعتبرناه وجدناه في النواحي المشرقية والمغربية مختلفاً متفاوت الوقت، ولو كان طلوعه وغروبه في وقت واحد بالنسبة إلى النواحي لما اختلف ولو أنّ إنساناً سار من ناحية الجنوب إلى ناحية الشمال رأى أنه يظهر له من الناحية الشمالية بعض الكواكب التي كان لها غروب فتصير أبدية الظهور، وبحسب ذلك يكون عنده من ناحية الجنوب بعض الكواكب التي كان لها طلوعٌ فتصير أبدية الخفاء على ترتيبٍ واحدٍ، والماء محيط بالأرض، ولولا التضاريس لغمرها حتى لم يبق منها شيءٌ» (شيخ الربوة، 1865م).

4.8.2 أبو الفداء

انضم أبو الفداء إسماعيل بن علي أبو الفداء (توفي 732هـ / 1331م) إلى القائلين بكروية الأرض، وقد ثبت له ذلك «بعدّة أدلّة منها: أنّ تقدّم طلوع الكواكب، وتقدّم غروبها للمشرقيّين على طلوعها وغروبها

للمغربيّين يدلّ على استدارتها شرقا وغرباً، وارتفاع القطب والكواكب الشماليّة وانحطاط الجنوبية للواغلين في الشمال، وارتفاع القطب والكواكب الجنوبية وانحطاط الشمالية للواغلين في الجنوب بحسب وغولهما وتركّب الاختلافين للسائرين على سمت بين السمتين، وغير ذلك دليل على استدارة جملة باقي الأرض، وأمّا تضاريسها التي تلزمها من جهة الجبال والأغوار فإنه لا يخرجها عن أصل الاستدارة، ولا نسبة لها محسوسة إلى جملة الأرض، فإنه قد تبرهن في علم الهيئة: أنّ جبلاً يرتفع نصف فرسخ يكون عند جملة الأرض كخمس سبع عرض شعيرة عند كرة قطرها ذراع» (أبو الفداء، 2006م).

5.8.2 الجغميني

أشار الفلكي محمود بن محمد بن عمر الجغميني (توفي 745هـ/ 1345م) إشارةً مهمةً تتعلق بكروية الأشياء عموماً، وكروية الأرض خصوصاً، وقد استنتج الجغميني أنّ الأرض كرةً كاملة الاستدارة، لكنها مضرّسة بشكل جزئي بسبب الوهاد والجبال؛ لكن هذا التضريس لا يخرجها من كونها كروية نظراً لصغر الجبال مهما ارتفعت، فهي لن تكون أكثر من حبة شعير على بيضة، حيث قال: «وكل بسيط إذا خُلّي وطبعه فهو على ما بيّن في غير هذا العالم كرويّ الشكل؛ فالعناصر بجملتها والأجرام الأثيرية كروية الأشكال، إلا أنّ الأرض لقبولها التشكلات وقعت في سطحها تضاريس لأسبابٍ خارجة عنها، كما نشاهدها من الجبال والوهاد ونحوهما، لكن هذه التضاريس لا تقدح في كونها كروية الشكل بجملتها كالبيضة لو ألصقت بها حبّات شعير لم يقدح ذلك في شكل جملتها (لقد سبق وأن وردت هذه الفقرة عند ابن الخليل الخويلى (توفي 693هـ/ 1294م) في كتابه الموسوعي (أقاليم التعاليم في الفنون السبعة)، انظر مخطوطة المكتبة الوطنية بباريس، رقم (Arabe 2321)، ص 181و)، وكذا الماء كروي إلا أنّه ليس بتام الاستدارة لأنّه خرج

عن سطحه ما ارتفع من الأرض، وكذا الهواء كرويّ إلا أن سطحه المقعّر مضرّس أيضاً بحسب ما فيه من الماء والأرض والنار كروية الشكل صحيحة الاستدارة تحديباً وتقعيراً بالرأي الأصح، والأفلاك كلها كروية الأشكال وهذه الكرات يحيط بعضها ببعضٍ والأرض في الوسط ثم الماء فهو محيط بها ثم الهواء ثم النار ثم فلك القمر، ثم فلك عطارد ثم فلك الزهرة ثم فلك الشمس ثم فلك المريخ ثم فلك المشتري ثم فلك زحل ثم فلك الثوابت ثم فلك الأفلاك ويسمى الفلك الأعظم وهو الفلك المحيط بجميع الأجسام ليس وراءه شيء لا خلاء ولا ملاء، وكل محيط يماس المحاط به الذي يليه في الترتيب المذكور وعلى جملة هذه الأجسام من العناصر والأفلاك وما فيها يطلق اسم العالم» (الجغميني، الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة الكونغرس، واشنطن، رقم (QB225)، ص 2و).

لقد أجرى قاضي زادة الرومي (توفي نحو 840 هـ/ 1436م) حساباً دقيقاً لفرضية الجغميني ووجد أن نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض يعادل نسبة سُبع عرض شعيرة إلى الذراع الذي يحوي على 24 إصبعاً، والإصبع عبارة عن ست شعيرات مضمومة بطونها على بعض، وبالتالي يكون ارتفاع أعظم الجبال هو جزء من (1008) جزء من قطر الأرض (قاضي زاده رومي، شرح الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في المكتبة السليمانية، إستانبول، رقم (353)، ص 8و8-ظ).

أما وفق الحساب الحديث، فإننا نعلم أن (قمة إفرست) في جبال الهيملايا هي أعلى قمة على كوكب الأرض والتي يبلغ ارتفاعها 8848 متر، وبقسمته على قطر الأرض 12742000 متر نحصل على الرقم (0.00069439)، أي أنها جزء من نحو (10000) جزء وليس من نحو (1000)، ويعود السبب في الاختلاف بين القيم إلى اختلاف تقدير قيمة ارتفاع الجبل وقطر الأرض.

6.8.2 ابن فضل الله العمري

أورد ابن فضل الله العمري (توفي 749هـ / 1349م) أدلة كروية الأرض بشكل مقتضب دون أية إضافة جديدة؛ فقد ذكر في الفصل الأول «كيفية الأرض ومقدارها، الذي نبدأ به، بعون الله وقدرته، في القول في هذا الفصل، ما قام عليه البرهان، وهو أن العالم كرويٌّ. ويدل عليه المشاهدة بالعيان، لمن رعى الشمس من مطلعها إلى مغيبها؛ وكذلك النجوم من مشارقها إلى مغاربها؛ لأنها تطلع حتى تتوسط السماء تقويساً، ثم تنحطّ حتى تغيب عن العين كذلك. فتقطع نصف دائرة. فعلم بالضرورة أنها تقطع في الغيبوبة عن العين نصف دائرةٍ، نظير ما قطعت في الظهور، ليكمل تمام الدائرة» (العمري، 2010م).

7.8.2 عضد الدين الإيجي

استفاض عضد الدين الإيجي (توفي 756هـ/ 1355م) في شرح أدلة كروية الأرض المعروفة سابقاً ومناقشتها، لكن دون أن يضيف أدلة جديدة (الإيجي، 1997م).

8.8.2 النويري

أورد محمد بن قاسم النويري (توفي بعد 775هـ/ 1372م) نقلاً عن محمد بن زكريا القزويني قوله: « قال صاحب عجائب البلدان (محمد بن زكريا القزويني): زعم كثير من الفلاسفة وأهل العلم بالهندسة أنّ البحر الأعظم يحيط بالأرض من جميع جهاتها لأسرارٍ ذكروها، وذلك أنّ الشكل الذي يُنسب إلى العنصر المائي السيال الجوهر وهو شكل

ذو ثمان قواعد مثلثات متساوية الأضلاع قائمة الزوايا، ويسمى كعباً وهو شكل الأرض على رأي أفلاطون وكثير من القدماء وذلك صحيح فجرم الماء ومقداره أعظم من جرم الأرض وأكثر كمية على ما تبينوه، وقد نُقِلَ عن بعض المؤرخين أن أحد ملوك الأرض أراد أن يعلم صحة ذلك فأنشأ سفناً ضخمةً حصينة وشحنها بالرجال والأزواد والماء العذب وأرسلها نحو المشرق والمغرب والشمال والجنوب، فأصابوا جميع أجزاء الأرض، يتصل بعضها ببعض، ووجدوها كلها تتشعب من البحر المحيط» (النويري، 1970م).

ويبدو أن هذا الملك المجهول الهوية قد أجرى عملية استكشاف لكروية الأرض عن طريق الرحلات البحرية قبل أن يقوم بها البحارة البرتغالي فرناندو ماجلان بين عامي 1519م و 1522م، حيث عاد فريقه بدونه إلى ميناء سان لوكر دي براميدا الذي انطلق منه قبل ثلاث سنوات (نلينو، 1993م).

ثم يؤكد النويري على كروية الأرض الشكل وأن « الحكمة في ذلك أنها لو كانت مسطوحة كلها لا غور بها ولا نشز يحزقها لم يكن نبات وكانت مياه البحر سائلة على وجهها فلم يكن للزرع موضع ولم يكن لها غدران يفضي مياه السيول إليها ولا كانت لها عيون تنبع بالماء أبداً، لأنّ مياه العيون لو كانت فيه تخرج دائماً لفنيت ولصار الماء أبداً غالباً على الأرض فكان يهلك الحيوان ولا يكون زرعٌ ولا نباتٌ، فجعل عزّ وجل منها أنجاداً ومنها أغواراً ومنها أنشازاً ومنها مستوية؛ أما أنشازها فمنها الجبال الشامخة ومنافعها الظاهرة في قوة تحدّر السيول منها فتنتهي إلى الأرض البعيدة بقوة جريانها ولتقبل الثلوج فتحفظها إلى أن تنقطع مياه الأمطار وتذيبها الشموس فيقوم ما يتحلّب منها مقام الأمطار، ولتكون الآكام والجبال جواهر للمياه لتجري من تحتها ومن شعوبها

وأوديتها فتكون منها العيون الغزيرة ليعتصم بها الحيوان وتتخذها مأوى وسكنى، ولتكون مقاطع ومعاقل وحواجز بين الأرضين من غلبة مياه الأمطار، فسبحان المدبر الحكيم» (النويري، 1970م).

9.8.2 سعد الدين التفتازاني

ناقش سعد الدين مسعود بن فخر الدين عمر بن عبد الله التفتازاني (توفي 792هـ/ 1389م) في بداية كلامه عن كروية الأرض موقع الأرض من العالم. وقد خلص – بشكلٍ خاطئ- إلى أنّ الأرض ساكنة ولا يمكن أن تتحرك حول نفسها. ثم ناقش أدلة كرويتها مثل ظهور الجبل للقادم نحو الشاطئ شيئاً فشيئاً وليس دفعةً واحدة، ودليل التوجه نحو الشمال والخسوف وغيرها. لكن التفتازاني لا يجزم قاطعاً بإمكانية صحة هذه الأدلة، وإنما نتحسس عدم يقينه منها (التفتازاني، 1998م).

9.2 علماء القرن (9هـ/ 15م)

1.9.2 ابن خلدون

انطلاقاً من ثقة عبد الرحمن بن خلدون (توفي 808هـ / 1406م) بآراء علماء الطبيعة نراه يُقرّ بكروية الأرض، ويحاول أن يصحح فكرة انتشار الماء على سطحها الخارجي تحديداً وليس تحتها.

قال ابن خلدون: «اعلم أنّه تبين في كتب الحكماء الناظرين في أحوال العالم أن شكل الأرض كرويّ وأنّها محفوفةٌ بعنصر الماء كأنّها عنّبةٌ طافيةٌ عليه فانحسر الماء عن بعض جوانبها لما أراد الله من تكوين الحيوانات فيها وعمرانها بالنوع البشري الذي له الخلافة على سائرها،

وقد يتوهم من ذلك أنّ الماء تحت الأرض وليس بصحيح وإنّما التحت الطبيعي قلبٌ بالأرض ووسط كرتها الذي هو مركزها والكل يطلبه بما فيه من الثقل وما عدا ذلك من جوانبها، وأمّا الماء المحيط بها فهو فوق الأرض وإنْ قيل في شيء منها إنه تحت الأرض فبالإضافة إلى جهة أخرى منه» (ابن خلدون، 2004م).

2.9.2 القلقشندي

اتفق أبو العباس القلقشندي (توفي 821هـ/ 1418م) مع القائلين بكروية الأرض، لكنّه أورد ما وصله من أقوال أخرى، وذلك لأنّه «تقرر في علم الهيئة أنّ الأرض كروية الشكل والماء محيط بها من جميع جهاتها إلا ما اقتضته العناية الإلهية من كشف أعلاها لوقوع العمارة فيه، وقيل هي مسطحة الشكل وقيل كالترس وقيل كالطبل، والتحقيق الأول وبكل حال فالماء محيط بها من جميع جهاتها كما تقدم» (القلقشندي، 1987م).

3.9.2 المقريزي

تأرجح رأي أحمد بن علي بن عبد القادر المقريزي (توفي 845هـ/ 1441م) بين أن تكون الأرض كروية، وقد لا تكون كرويّة، ولم يستقر على رأيٍ محددٍ، لكنّه يقرّ بأنها واقفة في مركز العالم. قال المقريزي: إنّ الأرض «جسم مستدير كالكرة، وقيل: ليست بكروية الشكل وهي واقفة في الهواء بجميع جبالها وبحارها وعامرها وغامرها، والهواء محيط بها من جميع جهاتها كالمح في جوف البيضة وبعدها من السماء متساوٍ

من جميع الجهات وأسفل الأرض ما تحقيقه هو عمق باطنها مما يلي مركزها من أي جانب كان ذهب الجمهور إلى أن الأرض كالكرة موضوعة في جوف الفلك كالمحِّ في البيضة، وأنّها في الوسط وبعدها في الفلك من جميع الجهات على التساوي» (المقريزي، 1997م).

10.2 علماء القرن (10هـ/ 16م)

الواقع لم تزودنا كتب التراجم بأي شيءٍ عن الجغرافي سلامش بن كند غدي الصالحي (كان حياً بين القرنين 9-8 هـ/ 16-15م) سوى أنه صاحب كتاب (البستان في عجائب الأرض والبلدان). لكننا نتوقع أنّه من دمشق، فكنية صالحي تعود إلى الصالحية في دمشق، كما أن اسمه «سلاميش» يدل على أنه من عصر المماليك الذي امتد بين (648هـ – 923 هـ / 1250–1517م)، وقد طُبعَ كتابه السابق في روما عام 1585م، على يد الطباع البندقي بازا، كأوّل كتابٍ عربيٍ يُطبع في أوربا (الرفاعي، 1993م).

يرى ابن كند غدي أنّه «قد ثبت أن الفلك مدوّر كروي كالكرة لما يُرى من طلوع الكواكب وغروبها ولا يُرى من السماء إلا نصف كرة ولو كانت كل السماء بسيطاً مسطحاً أو مثلثاً أو مربعاً أو مخمساً أو شكلاً غير المدوّر لاختلفت أقدار الكواكب فيه وتغيرت في النظر، ثم اعلم أنّ العلماء اختلفوا في هيئة الأرض، فذهب بعضهم إلى أنها بسيطة، وآخرون إلى أنها كهيئة الطبل، وآخرون إلى أنها ذات زوايا، ومنهم من زعم أنها كهيئة المائدة، ومنهم من زعم أنها كنصف الكرة، والقائلون بهذا قالوا إنّ حدبتها إلى أسفل والسماء مركوزة على أطرافها، وقد قيل فيها ألف قولٍ والكل خبط عشواء ولو عددناها لضاق الكتاب،

ولكن القول الحق الذي عليه البراهين الساطعة والحجج القاطعة أنّ الأرض مستديرةٌ ومركزها في وسط الفلك والهواء محيط بها من كل الجهات، فهي كالكرة موضوعة في جوف الفلك كالمحّة في البيضة، وأنّها في وسطه على مقدارٍ واحد من جميع جوانبها والفلك يحاذيها حتى لا تميل، والماء محيط بها إلى القدر الذي هو مقرّ للحيوان والنبات، وقيل لو ثقب بأرض المغرب ثقب لنفذ بالصين» (ابن كندغدي، البستان في عجائب الأرض والبلدان، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2212) و2- 2 ظ).

ونلاحظ من العبارة الأخيرة «وقيل لو ثقب بأرض المغرب ثقب لنفذ بالصين» أنها تذكرنا بما سبق وطرحه المطهر بن طاهر المقدسي من أنّ إحداث نفق أفقي في مدينة فوشنج الأفغانية سيصل بنا إلى الصين، لكن سلامش وضع مسافةً أبعد منها وهي المغرب العربي، إلا أنّ دليل أيّاً منهما لا يؤكد على كروية الأرض، إلا إذا كانا يظنان أن الصين تمثل الطرف الآخر من الكرة الأرضية والمقابل تماماً لموقع الحفر، بحيث إننا إذا حفرنا النفق بشكل عمودي (وليس أفقي) وصلنا للطرف الآخر. من ناحيةٍ أخرى فإن تفكير العرب باختصار المسافات بينهم وبين الصين بإحداث أنفاق تحت الأرض بدلاً من سلوك طريق الحرير أمرٌ طريف، وربما غير مسبوق.

11.2 علماء القرن (11هـ/ 17م)

1.11.2 ابن داعر

عالج بعض المؤلفين المتأخرين موضوع كروية الأرض أمثال عبد الله بن صلاح بن داود، المعروف بابن داعر (توفي نحو 1013هـ/ 1604م) في كتابه (أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب) معتمداً على ما ذكره أسلافه من الجغرافيين والفلكيين العرب دون أية إضافة جديدة (ابن داعر، أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب، مخطوطة مكتبة نور عثمانية بإستانبول، رقم (2986)، ص 3و- 4و).

2.11.2 بهاء الدين العاملي

أكّد بهاء الدين العاملي (توفي 1031هـ/ 1622م) على كروية الأرض في عدة أماكن من كتبه العلمية. وقد حاول أن يستند فيها إلى الأدلة العقلية والنقلية التي تثبت كروية الأرض (العاملي، هذه حديقة الهلالية من حديقة الصالحين، مخطوطة محفوظة في مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (2126)، ص 71ظ -37 ظ).



الفصل الثالث

كروية الأرض عند الأوربيين

The sphericity of the Earth for Europeans of ancient civilizations

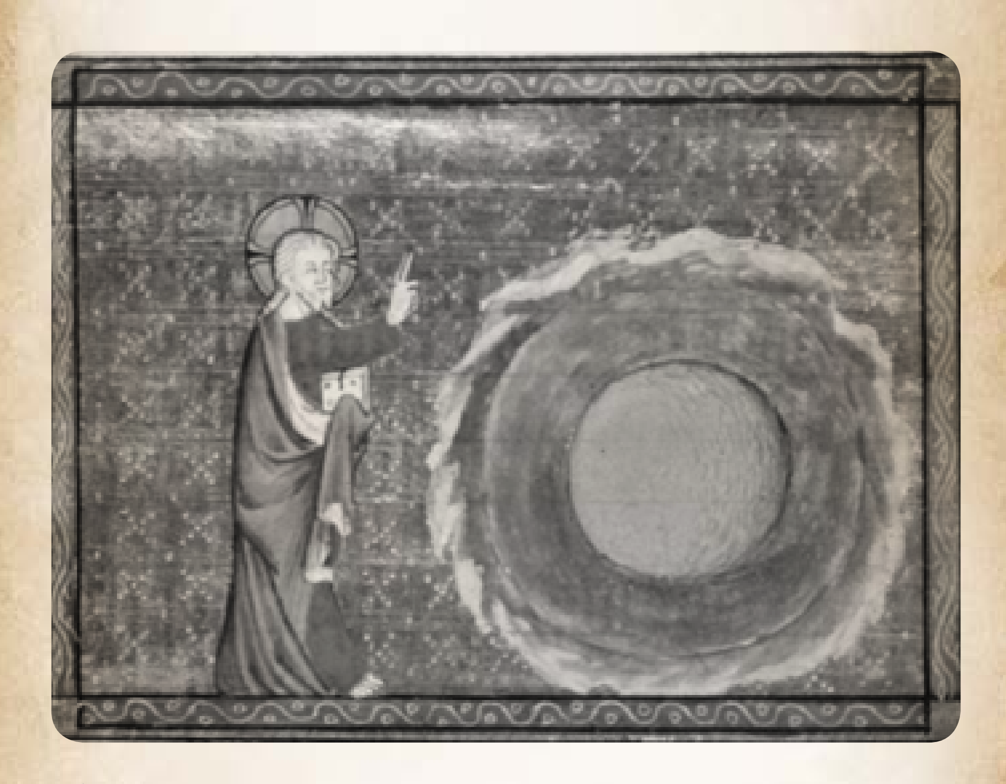
1.3 مقدمة

قبل انتقال العلوم العربية في العصور الوسطى إلى الأوربيين، كانت هناك محاولات لفهم الشكل الحقيقي للأرض. وهناك أمثلةٌ عديدةٌ عن السلطات الكنسية الأولى التي علّمت أتباعها أنّ الأرض كروية الشكل بين القرنين (2-4م). يحضرنا في هذا المقام أثيناغوراس (أواخر القرن الثاني للميلاد) Athenagoras، ميثوديوس (أواخر القرن الثالث للميلاد) Methodius، وأرنوبيوس (أوائل القرن الرابع للميلاد) Arnobius (Faulkner، 2019).

مع أنّ الأرض وشكلها أو حجمها لم تكن نقاط محورية للتعليم أو البحث، إلا أنّ المسيحية كان لها دور حاسم في الحفاظ على المعرفة العلمية التي نجت من العصر (اليوناني- الروماني) ونشرها، فقد كانت دراسة الرباعية ذات الأهمية الخاصة، ودراسة أربعة فنون ليبرالية - الحساب والهندسة وعلم الفلك والموسيقى (غالباً ما تكون مصحوبة بالطب) - والتي حدثت في المدارس الرهبانية والكاتدرائية بين القرنين الخامس والثاني عشر ونشرت المزيد من المعرفة حول الشكل الكروي للأرض (Garwood, 2008).

نظراً لأنّ آباء الكنيسة الأوائل لم يتطرقوا كثيراً إلى علم الكونيات؛ ربما يكون لهذا الأمر سببان على الأقل، أحدهما: هو أن الكنيسة الأولى كانت تحارب بعض القضايا الخطيرة جداً ذات الاهتمام الأكثر إلحاحاً، في وقت مبكر، كان هناك تأثير للغنوصية (العرفانية الكشفية) الذي كان يجب التخلّص منها من الكنيسة، ثم كانت هناك مناقشات حول طبيعة يسوع المسيح، والسبب الثاني: هو أنّه ربما لم يكن هناك الكثير من الخلاف حول الكونيات، وبالتالي لماذا الكتابة عن الأمور التي لا تبدو عقائدية، خاصةً الأسئلة التي لم يكن فيها نقاش؟ لذلك، لم يكن هناك الكثير من الزخم بين المسيحيين لمناقشة علم الكونيات في أواخر العالم القديم وطوال فترة القرون الوسطى، ومع ذلك، بدأت مناقشة علم الكونيات تظهر أكثر في القرن

الثالث عشر، حيث ربط توما الأكويني (توفي 1274م) Th. Aquinas تعاليم أرسطو والنموذج البطلمي بمذاهب الكنيسة الكاثوليكية الرومانية؛ وقد مهّد هذا الطريق لقضية غاليليو غاليليه (توفي 1642م) Galileo Galile بعد ثلاثة قرون ونصف (Faulkner، 2019).



(الشكل 3.1) يظهر الرسم التوضيحي (أحد الخلق)، حيث يوجد أرضٌ كرويةٌ محاطة بالمياه (اليوم الثاني من أسبوع الخلق). هذه الصورة مأخوذة من كتاب مقدسٍ فرنسي يعود للملك يوحنا الصالح (توفي 1364م) King John the Good ويرجع تاريخه إلى نحو عام 1350م (Faulkner، 2019).

3.2 علماء القرن (5م)

لقد ساهم في الترويج لمعتقدات الأرض المسطحة القائمة على الكتاب المقدس قِلّة غير قليلةٍ من الدعاة، وأبرزهم أسقف جبلة في سوريا سيفيريان (توفي نحو 409م) Severianus، ومعاصره أسقف القسطنطينية القديس يوحنا فم الذهب (توفي 408م) St. John Chrysostom (Garwood، 2008).

وقد ادعى النقاد أن القديس أوغسطين (توفي 430م) St. Augustine، أسقف هيبو (حالياً عنابة في الجزائر) في شمال إفريقيا الخاضعة لسيطرة الرومان، قد علّم عن الأرض المسطحة عندما كان يعتقد بوضوح خلاف ذلك؛ فقد استنتج أوغسطين - من خلال إعادة توطين العالم بعد الطوفان والاضطراب الذي حدث في برج بابل - أنه لا توجد نقائض Antipode أو (أصحاب الأقدام المتقابلة)، حيث افترض الكثير من الناس حينها بشكل خاطئ أنّ النقائض تشير إلى مواقع على الجانب الآخر من الأرض الكروية، وبالتالي فقد استنتجوا خطأً أنّ رفض أوغسطين للنقائض يرقى إلى رفض أنّ تكون الأرض كروية، ومع ذلك، عرّف أوغسطين النقائض بأنهم «رجال على الجانب الآخر من الأرض». وقد مضى أوغسطين إلى القول بأنّ حجة وجود النقائض كانت تخميناً بناءً على حقيقة مثبتة علمياً وهي أنّ الأرض كرويّة. ومع ذلك، أشار إلى أنّه لا يعني ذلك أن الجانب الآخر من الكرة الأرضية فيه أي أرض، أو إذا كانت تلك الأرض الموجودة فهي مأهولة. يعكس لنا هنا أوغسطين صورة جغرافيا عصره حيث كانت أوروبا وآسيا وأفريقيا تشكل الكتلة الأرضية الوحيدة المهمة على الأرض، مع أنه لا يفصح بذلك صراحة، فقد عكس أوغسطين هنا أيضاً الاعتقاد السائد في العالم القديم بأن الجوّ كان حاراً جداً في المناطق الاستوائية بحيث لا يستطيع الإنسان عبور المناطق الاستوائية بأمان للوصول إلى أي أرض على الجانب الآخر من الأرض، بالنظر إلى المكانة الضخمة لأوغسطين في الكنيسة في العصور الوسطى، فمن غير المعقول أنّ يتخلى الطلاب اللاحقون عن الاعتقاد بأنّ الأرض كروية (Faulkner، 2019).

3.3 علماء القرن (6م)

لقد رسم كوسماس إنديكوبليوتس (توفي 550م) Cosmas Indicopleustes، وهو يوناني من الإسكندرية، الأرض كمستطيل، أي أنّ طولها (شرقاً وغرباً) ضعف عرضها (شمالاً وجنوبياً)، وهي الفكرة التي نشأ منها مفهوم خط الطول وخط العرض؛ ومن الزوايا الأربع لهذه الأرض المستطيلة نشأت أعمدةٌ ورديةٌ لدعم قبة السماء (Todd، 1906). ربما استوحى ذلك من المعتقدات المصرية القديمة القائمة على الفكرة نفسها.

وقد وصل كوسماس إلى نتيجته السابقة تلك من خلال قيامه -في أوائل القرن السادس- بعدة رحلات إلى الهند وسيلان، ثم كتب لاحقاً عن الطوبوغرافيا المسيحية، حيث جادل بأنّ الأرض كانت مسطحةً ومستطيلةً. وكانت السماء أعلاه على شكل صندوق بغطاءٍ منحنٍ، وقد حمّل المسيحين المعاصرين مسؤولية الاعتقاد بأن الأرض كروية، مدعياً أنّ فكرة الأرض الكروية مستوحاة من الوثنية، وهذا دليل على أنّ المسيحيين في ذلك الوقت كانوا يؤمنون عموماً بأنّ الأرض كروية، وإلا لماذا ينتقد المرء اعتقاداً غير موجود؟ لا يُعرف كوسماس بأي شيء آخر، ولولا أفكاره الغريبة عن شكل الأرض، لكنا أكثر جهلاً به في الواقع. وقد صور النقاد في القرن التاسع عشر، بشكل خاطئ تعاليم لاكتانتيوس وكوسماس على أنّها نموذجية للكنيسة المبكرة والوسطى. من المؤسف أنّ مؤيدي فكرة الأرض المسطحة المعاصرين قد قبلوا دون أدنى شك هذا التاريخ الزائف الذي أوجده النقاد (Faulkner، 2019).

4.3 القرن (7م)

كتب إيزيدور الإشبيلي (توفي 636م) Isidore of Seville عن كروية الأرض في كتابه (حول طبيعة الأشياء On the Nature of Things) (Todd,1906).

5.3 علماء القرن (8م)

أعلن بيدي المكرّم (توفي 735م) The venerable Bede عام 700م أنّ الأرض على شكل بيضة تطفو في الماء ومحاطة بالنار في كل مكان، وقد علّم بيدي في كتابه (حول حساب الوقت) عن الأرض كروية (Todd, 1906).

6.3 علماء القرن (10م)

اختلف جوانز إكسارخ (توفي في القرن 10م) Joannes Exarch بشكلٍ جذري مع وجهة النظر التوراتية حول شكل الأرض، وقد قبل وجهة نظر أرسطو بأنّ الأرض كرويّة. علاوةً على ذلك، جادل مؤلفين مثل كوسماس إنديكوبليوتس الذي كان يؤكد أن الأرض مسطحة، كما وجدنا سابقاً. لكن من المثير للاهتمام أنّ نلاحظ أنّ جوانز نفسه لا يستخدم حجج أرسطو عن الشكل الكروي للأرض، وإنما يفضح فقط الجدل غير المباشر حول شكل القمر، ويوضح أنّه إذا لم يكن مستديراً فلن يكون قادراً على عرض أطواره: «وإذا كان القمر مخلوقاً هكذا، فمن الواضح أنّ النجوم الأخرى لها شكل دائري». طبعاً كان يقصد في ذلك الوقت «بالنجوم» الشمس والقمر والكواكب والأرض أيضاً، كما عند أرسطو، الذي أشار إليه جوانز، فإن الأرض وكذلك الكواكب لها شكلٌ كرويٌ (Koleva، 1996).

7.3 علماء القرن (13م)

في العصور الوسطى، كان علمُ الفلك عند الأوربيين فرعاً من الفلسفة، وليس حقلاً مستقلاً للدراسة، ولكن مع الهندسة والجغرافيا، كان موضوعاً إلزامياً يُدرّس كجزءٍ من المناهج الجامعية القياسية التي تركز على الفنون الحرّة السبعة؛ فقد حلّ كتاب بطليموس (المجسطي) وكتاب أرسطو (حول السماء)، مكمّلين بالمناقشات والأدلة حول الأرض الكرويّة، محل كتاب أفلاطون (طيماوس) تدريجياً باعتبارها الأطروحات الكونية الرئيسية للعصر. مع استثناءات مهمة (ليس أقلها حول الخلق)، وقد قبل اللاهوتيون في العصور الوسطى جوانب عمل أرسطو كدليلٍ معياري للعالم الطبيعي، حيث كانت العلاقة بين الفلسفة الطبيعية والدين علاقةً تفاعلٍ معقد واستيعابٍ ومصالحةٍ وتبادلٍ، بدلاً من القمع الكامل أو الخلاف الحادّ، واعتباراً من القرن الثاني عشر وما بعده، أصبح الخوض في مفهوم الأرض المسطحة عديم الجدوى تقريباً، لذا فقد باتت الصور المكتوبة والمرئية للأرض الكروية هي السائدة، ومن أكثر النصوص الفلكية شيوعاً في العصور الوسطى (Garwood، 2008)، كان كتاب (حول كروية العالم On the Sphere of the World، نحو 1250م) ليوهانس دي ساكروبوسكو (توفي 1256م) Johannes de Sacrobosco، وهو كتابٌ مدرسيٌ جيدٌ عن علم الفلك، وقد قدم ساكروبوسكو في هذا الكتاب الأدلة التي تجعل الأرض كروية. ولحق به روجر بيكون (توفي 1292م) R. Bacon في كتابه (العمل العظيم Opus Majus)، إلى الاعتقاد بأنّ الأرض كروية (Faulkner، 2019). إضافةً إلى أعمال الفلاسفة المدرسيين مثل جان بوريدان (توفي بعد 1358م) J. Buridanus، ناهيك عن الكوميديا الإلهية للشاعر الإيطالي دانتي أليغييري (توفي 1321م) Dante Alighieri والجرم السماوي الملكي «الأرض» الذي عقده ملوك العصور الوسطى، وبذلك باتت ثقافة ذلك العصر مليئة بصور الأرض المستديرة لدرجة أنّ النشر الجاد عن الاعتقاد بالأرض المسطحة أصبح مضيعةً للوقت (Garwood، 2008).

8.3 علماء القرن (16م)

كان الكون عند الفلكي البولندي نيكولاس كوبرنيكوس (توفي 1543م) N. Copernicus، كله كروي وليست الأرض فقط، «لأنّ كل شيءٍ يتجه في العالم نحو التقيّد بهذا الشكل، كما يتضح في حالة قطرات المياه وغيرها من الأجسام السائلة، عندما تتحدد ذاتياً» (فولمان، 2015م).

لقد بات النقاش مركّزاً، منذ منتصف القرن السادس عشر، على المواضع والحركات المفترضة للكرة الأرضية، كان محور هذا التطور هو عمل كوبرنيكوس، الذي نشر كتاباً (حول دوران الأجرام السماوية Revolutionibus) عام 1543م، وبشكل مثير للصدمة، تحدى الكتاب الرؤية البطلمية الأرسطية لكون (مركزه الأرض)، وهي الفكرة التي سيطرت على علم الفلك نحو 1500 سنة. وكبديل لذلك، افترض كوبرنيكوس وجود نظام (مركزه الشمس)، حيث أصبحت الأرض مجرد كوكبٍ آخر في مدارٍ حول الشمس، بدلاً من أنْ تكون المركز الثابت للكون كموضوعٍ لخلق الله الخاص. في عام 1616م، وإدراكاً منها للتأثير المحتمل على تفسيرٍ الكتاب المقدس، حظرت الكنيسة الكاثوليكية الكتب التي جادلت لصالح حركة الأرض، ومع ذلك، جرى استكشاف أطروحة كوبرنيكوس وتوسيعها من قبل عالم الرياضيات الألماني يوهانس كيبلر (توفي 1630م) J. Kepler، الذي اكتشف أنّ الكواكب لا تتبع مساراً دائرياً حول الشمس، كما كان يعتقد كوبرنيكوس، ولكنها تتحرك على مسار قطعٍ ناقصٍ. في هذه الأثناء، في إيطاليا، كان غاليليو غاليليه يستخدم التلسكوبٍ لإجراء عددٍ من الاكتشافات التي تتناقض مع النظام الأرسطي ومع الدليل التجريبي على أنّ كون كوبرنيكوس شمسي المركز (Garwood، 2008).

بعدها أشار مارتن لوثر (توفي 1546م) M. Luther في تعليقه على سفر التكوين، مؤكداً على أنّ الأرض كروية، كما أنّه كثيراً ما أشار إلى أرسطو في تعليقه، حيث أكّد أرسطو بوضوح أنّ الأرض كروية، ولو اختلف لوثر مع

هـذا، لكانـت هنـاك فرصـة كبيـرة للتعبيـر عـن ذلـك، وقـد لاحـظ مـرة أخـرى، أنّ هـذا التعليـق يرتبـط بمسـألة مـا إذا كانـت الأرض تتحـرك، وليـس شـكل الأرض؛ إذْ كثيـراً مـا يخلـط أصحـاب الأرض المسـطحة بـين هاتـين المسـألتين، مـع عـدم ذكـر كوبرنيكـوس بالاسـم، فمـن المحتمـل أن يكـون كوبرنيكـوس هـو المنجّـم المذكور (غالبـاً مـا كان يُطلق علـى علمـاء الفلـك اسـم المنجمـين في ذلـك الوقـت، لأن العلمـين كانـا مختلطـين مـع بعضهمـا). ففـي الحديـث رقـم 4638، بتاريـخ 4 يونيـو 1539م، أي قبـل أربـع سـنواتٍ مـن نشـر كتـاب كوبرنيكـوس، كان كوبرنيكـوس يناقـش نمـوذج مركزيـة الشـمس لفتـرةٍ مـن الوقـت، وانتشـرت أخبـار هـذا النقـاش في جميـع أنحـاء أوروبـا، لاحـظ أنّ لوثـر اعتـرض أولاً علـى أسـاس أنّ مـا اقترحـه كوبرنيكـوس مـن شـأنه أن يقلـب علـم الفلـك بأكملـه، وكان هـذا صحيحـاً، لأنّ معظـم النـاس في الغـرب، بمـا في ذلـك لوثـر، شـاركوا في الترويـج لعلـم الكونيـات الأرسـطي / البطلمـي، الـذي كان مركـزيّ الأرض؛ لكـن علـم الكونيـات هـذا لـم تكـن فيـه الأرض مسـطّحة، كمـا يعتقـد العديـد مـن أصحـاب الأرض المسـطحة بشـكل خاطـئ، لذلـك كان أسـاس لوثـر للرفـض ثانويـاً (Faulkner، 2019).

9.3 علماء القرن (17م)

يخلـط أصحـاب الأرض المسـطحة باسـتمرار بـين مركزيـة الشـمس وكرويـة الأرض، ويدمجونهـا مـع الأسـاطير التـي نسـجت حـول كولومبـوس مـع قضيـة غاليليـو غاليليـه بعـد أكثـر مـن قـرنٍ بقليـل. ففـي عـام 1543م، بعـد نصـف قـرن مـن رحلـة كولومبـوس، نشـر نيكـولاس كوبرنيكـوس كتابـه (حـول دوران الأجـرام السـماوية)، الـذي روج فيـه لنظريـة مركزيـة الشـمس، وعلـى عكـس الاعتقـاد الخاطئ الشـائع، لم يُحظر علـى الفـور مـن قبـل الكنيسـة الكاثوليكيـة الرومانيـة، وإنمـا قُـرِأَ عمـل كوبرنيكـوس علـى نطـاقٍ واسـعٍ وأثـار الكثيـر مـن النقـاش. كان غاليليـو غاليليـه أحـد الذيـن تحولـوا إلـى نظريـةٍ مركزيـة الشـمس، في عام 1610م،

نشر غاليليو كتابه (الرسول النجمي The Starry Messenger)، حيث شارك بأرصاده التلسكوبية عن أطوار كوكب الزهرة والأقمار الأربعة التي تدور حول كوكب المشتري، التي دعمت نموذج مركزية الشمس ودحضت النموذج البطلمي المتمركز حول الأرض، جنباً إلى جنب مع الجوانب ذات الصلة بالفيزياء الأرسطية المهيمنة. أثار هذا الكتاب، مع تعليم غاليليو المستمر لنظرية مركزية الشمس، بعض المعارضة، ولكن ليس من قبل اللاهوتيين، كما يعتقد معظم الناس، وإنما كان من قبل العلماء الآخرين المعارضين لغاليليو، لأنه إذا كان نموذج مركزية الشمس صحيحاً، فإنه سيقلب النموذج البطلمي، وهو علم الكونيات السائد لمدة 15 قرناً، طالبت هذه المعارضة بجلسة استماع أدت إلى محاكمة عام 1616م (بعد ستة أعوام من نشر كتاب غاليليو)، أسفرت المحاكمة عن حظر الكتب التي تتمحور حول الشمس، وخاصة تلك الخاصة بغاليليو وكوبرنيكوس، كما أمرت المحكمة غاليليو بالامتناع عن تدريس مركزية الشمس؛ لكن غاليليو واصل العمل على علم الكونيات الخاص به، مع أنّه لم يكتب عنها كثيراً لمدة عقدين تاليين، ومع ذلك، في عام 1632م، بعد أكثر من 15 عاماً من المحاكمة، نشر غاليليو كتابه (حوار حول نظامين) روّج هذا الكتاب مرةً أخرى لمركزية الشمس، وهذه المرة على شكل نقاش بين ثلاثة أشخاص، اثنان من دعاة النموذج الكوبرنيكي، وواحدٌ مدافعٌ عن النموذج البطلمي، ورغماً عن أمر المحاكمة، حصل غاليليو على إذن من المسؤولين الكاثوليك الرومان لنشر الكتاب. من الواضح أنّ هؤلاء المسؤولين لم يكن لديهم فكرة عن الاتجاه الذي سيتخذه غاليليو في كتابه، وبدلاً من أن يكون باللغة اللاتينية، التي كانت الممارسة المعتادة في ذلك الوقت، كُتب الكتاب باللغة الإيطالية للوصول إلى جمهور أكبر (Faulkner, 2019). وعلى الفور، لقي الكتاب رواجاً كبيراً، لكنه استجلب معارضةً سريعةً جداً من قادة الكنيسة. لقد طرح غاليليو حجته على نحوٍ كثيفٍ، ثم طُلبَ منه تضمين إخلاء مسؤولية أن ما يدرسه الكتاب لم يكن صحيحاً، وإنما هو مجرد تمرينٍ فكريٍ، حقق غاليليو

هذا المطلب من خلال وصف الكتاب بالخيال، ففي النهاية، كتب: «أي أحمق يعرف أنّ الأرض لا تتحرك». لقد كان وصف غاليليو ذكياً لأي شخص يختلف معه بأنه أحمق. أُطلق على شخصية المؤيد للنموذج البطلمي في كتابه اسم سيمبليسيو Simplicio، والذي يُترجم تقريباً باسم «بسيط»، غاليليو جعل سيمبليسيو يبدو أحمقاً، ومما زاد الطين بلة، أن البابا أصرّ على إدراج آرائه في الكتاب، لذلك بما أنّ البابا كان يؤمن بالنموذج البطلمي، فقد وضع غاليليو كلمات البابا في فم سيمبليسيو، وبات من المفهوم الآن لماذا كان البابا غاضباً على عمل غاليليو. أدت الضجة التي أثارها الكتاب إلى إخضاع غاليليو لمحاكمة ثانية عام 1633م. كان البابا متعاطفاً مع غاليليو، لكن بسبب موقف غاليليو المتشدد جُرّد من أي دعم كان يتمتع به ذات يوم؛ لذلك، كان قرار المحكمة أمراً مفروغاً منه. أُدين غاليليو بتهمة تعليم عقيدة هرطقيّة، وحُكم عليه بالإقامة الجبرية لبقية حياته. كما أُجبر على التراجع ومُنع مرة أخرى من تدريس مركزية الشمس. الملاحظ أنّ كتاب كوبرنيكوس، الذي جرت قراءته ومناقشته كثيراً، لم يُحظر لمدة 70 عاماً، وبعد ذلك فقط كرد فعل على تصرفات غاليليو. وبالتالي، على عكس المفهوم الخاطئ الشائع، لم تتفاعل الكنيسة الكاثوليكية الرومانية مع نموذج مركزية الشمس في حدّ ذاته، ولو تصرف غاليليو بحكمةٍ أكبر، ربّما كانت النتيجة مختلفة تماماً، لم يكن غاليليو ضحية بريئة لكنيسة رومانية كاثوليكية مفرطة الحماس كما يعتقد الكثير من الناس اليوم، وإنما دعا موقفه اللاذع إلى العلاج الذي تلقاه، وهل كانت تلك المعاملة قاسية جداً؟ في ذلك الوقت، كانت محاكم التفتيش تعدم الناس بدعوى بدعة حقيقية أو لمجرد كونهم بروتستانتيين، لكن غاليليو لم يقترب أبداً من هذا الاتجاه. كما ذكرت سابقاً، فإن مسألة شكل الأرض ومسألة ما إذا كانت الأرض تتحرك (مركزية الأرض مقابل مركزية الشمس) ليسا مرتبطين بشكلٍ مباشرٍ. ومع ذلك، فإن العديد من أصحاب الأرض المسطحة (مثل العديد من الأشخاص الآخرين) يخلطون باستمرار

بين الاثنين. ويلوم أصحاب الأرض المسطحة اليوم كوبرنيكوس لتقديمه نموذج الأرض الكروية، إنّ جهلهم بتاريخ علم الكونيات أمرٌ مروع، لكن للأسف وبطريقةٍ غريبةٍ، فإنّ هذا التاريخ الزائف لمعرفة الإنسان بشكل الأرض هو وسيلةً لجذب الناس إلى معسكر الأرض المسطحة (Faulkner, 2019).

10.3 علماء القرن (18م)

بعد أن وضع إسحاق نيوتن (توفي 1727م) I. Newton قانون الجاذبية العام، شرع في تتبع بعض نتائجه على أرض الواقع، فقد رأى أنّ شكل الأرض يعتمد جزئياً على الجاذبية المتبادلة بين أجزائها، وجزئياً على ميل الطرد المركزي بسبب دوران الأرض، ومن شأن هذه الأفعال أنْ تتسبب في تسطيح القطبين. وقد دفعه ذلك لاخترع طريقة رياضياتية استخدمها لحساب نسبة القطر القطبي إلى القطر الاستوائي، ولاحظ أنّ ما يترتب على ذلك من انتفاخ للمادة عند خط الاستواء سوف يجذبها القمر بشكل غير متساوٍ، فالأجزاء الأقرب أكثر انجذاباً؛ وبذلك يعمل القمر على إمالة الأرض عندما يكون في بعض أجزاء مداره؛ وتفعل الشمس ذلك أيضاً بدرجة أقل بسبب بعدها الكبير عن الأرض، ثم أثبت أن التأثير يجب أن يكون دوراناً لمحور الأرض على سطح مخروطي في الفضاء، تماماً كما يرسم محور القمة مخروطاً، وقد حسب المقدار بالفعل؛ وبذلك تمكن من تفسير سبب بداية الاعتدال الذي اكتشفه هيبارخوس نحو عام 150 قبل الميلاد (Forbes, 1909).

كما وجد نيوتن أن دوران الأرض يولد قوة طردٍ مركزيةٍ تتسبب في انتفاخ خط الاستواء قليلاً، بحيث بلغ قطر الأرض نحو (6374.4 كيلومتر) عند خط الاستواء، وفقط (6345.6 كيلومتر) عبر القطبين؛ بعبارة أخرى، فقد حدثت

تسوية عند القطبين بمقدار (230/1). قوة الطرد المركزي هذه، التي تعمل عكس جاذبية الأرض، ستؤدي أيضاً إلى أن تكون الجاذبية الفعالة أصغر بشكل يمكن قياسه عند خط الاستواء، كما أوضح ريتشر. وقد استقبل زملاء نيوتن في الجمعية الملكية على الفور الفلسفة المبنية على الرياضيات المتأصلة في العمل، مع أنهم كانوا غالباً محبطين في فهم الصيغ؛ لكن العلماء البريطانيون اعتنقوا بشكل خاص مفهوم الجذب كدليل للدراسة العامة للمادة، ومن خلال العمل بإصرار على تعقيدات الرياضيات الكثيفة لنيوتن، سعوا لإيجاد تطبيقات عملية لقوانين الجاذبية. وعلى النقيض من ذلك، كان الكثير من المجتمع العلمي في القارة الأوروبية متشككاً جداً في ادعاءات نيوتن، لا سيما في فرنسا، فقد وجد العلماء هناك هذا المفهوم الجديد للجاذبية، والنتيجة الطبيعية للأرض المسطحة ذات الجاذبية المتغيرة، والتي تتعارض تماماً مع نموذج المنطق الذي تبناه قبل نصف قرن تقريباً مواطنهم رينيه ديكارت (توفي 1650م) René Descartes. إذْ وفقاً لعمل ديكارت الضخم (مبادئ الفلسفة Principia Philosophiae, 1644)، فإن الأرض والقمر والكواكب والنجوم مغمورة في سائلٍ هائلٍ غير مرئي سماه «الأثير»، والذي وضعه الله – كما يدّعي- بحركةٍ دائريةٍ عند بدء الخليقة ودواماته العظيمة تستمر في الدوران (Ferreiro, 2011).

لكن نيوتن هو من حظي بالثناء على نطاق واسع في الخيال الشعبي اللاحق، حيث دعمت أعماله الكلاسيكية، مثل كتاب (المبادئ Principia 1687) و (البصريات Opticks 1709)، الجمع بين الرياضيات وعلم الفلك، وقد أكدت البعثات الفرنسية خلال القرن الثامن عشر النتيجة التي توصل إليها (في الكتاب الثالث من كتاب المبادئ) بأن الأرض ليست كرويّة مثاليّة وإنما كرويةٌ مفلطحةٌ تنتفخ عند خط الاستواء بسبب دورانها، كما جرى تطبيق نتائج نيوتن إلى ما هو أبعد من الجيوديسيا وعلم الفلك، متجاوزاً حتى عوالم الفلسفة الطبيعية؛ فقد جرى تبنّي جوانب من عمله –طوال القرن

الثامن عشر- كسماتٍ رئيسةٍ للتفكير المتنور: وكان الفلاسفة الفرنسيون مثل فولتير مستحوذين على الاحتمالات التي تَعِدُ بها، حيث ظهرت الطبيعة وكأنه يمكن استيعابها بالعقل، وأنّها تعمل وفق القوانين التي تنتظر أن يكتشفها الراصد العقلاني. وبذلك فقد افترض المفكرون أنّ الإنسان، كجزء من الطبيعة، يجب أن يكون نتاج مبادئ مماثلة. افترض بعض الفلاسفة أن تداعيات ذلك كانت مذهلةً، لأنّه إذا كان من الممكن اكتشاف قوانين شاملة في العالم الخارجي من حولنا، فلماذا لا يحدث ذلك في البشر والمجتمع ككل؟ وبدافع من تفسيرهم لعمل نيوتن، ترجمت محاولتهم لإيجاد قوانين أساسية من الرياضيات وعلم الفلك إلى الفضائل والأخلاق، بينما كان يُعتقد أن الطريق إلى هذا الاكتشاف هو العقل (Garwood, 2008).

هذه العقلانية الأوربية المتأخرة للطبيعة كان جابر بن حيان قد سبقهم إليها منذ القرن التاسع الميلادي، فقد وجد من خلال تأسيسه (علم الميزان) أن يمكننا «تخليق أو تصنيع المواد» وليس انتظار الطبيعة حتى تصنعها، ثم عمم هذه الفكرة بجرأةٍ أكبر ليشمل كل الكائنات الحية، فلو كانت الظروف والإمكانيات البحثية في عصره متاحة لوجدناه يصنّع مختلف المواد الكيميائية التي نصنعها اليوم، ولا أستبعد أبداً من إمكانية وصوله لعمليات الاستنساخ والهندسة الوراثية.

وإذا نظرنا إلى الوراء، يمكننا أن نرى في عمل نيوتن عن شكل الأرض بدايات نظريةٍ مرضيةٍ، ومع ذلك، كان من الصعب متابعة تفسيراته، والتي اعتمدت على العديد من الافتراضات التي لم تذكر بوضوح ولم تكن واضحة على الإطلاق. نعم لقد كانت نظرية نيوتن عن شكل الأرض - بالنسبة لمعظم قراء كتاب (المبادئ)- غير مفهومة إلى حدٍ كبيرٍ (Linton, 2007).

11.3 علماء القرن (19م)

للأسف بعد قرونٍ من الجهود العلمية والتقنية الكبيرة التي بُذلت لإثبات كرويّة الأرض ومن قبل علماء كل الحضارات، نجد حدوث انتكاسة رجعيّة في هذا القرن مع عودة ظهور التيار الداعم لنظرية الأرض المسطحة في أوربا تحديداً.

وفي حين أن الفلاسفة في القرن الثامن عشر قد نشروا الأسطورة القائلة بأنّ العقل قد حلّ محل الخرافات من خلال العلم، فقد بقي الواقع على توليفةٍ واحدةٍ بدلاً من تغييره. كانت الرؤية المادية لكون ميكانيكيٍ «مثل الساعة» التي روّج لها مفكرو التنوير مصدر قلق للنخبة العلمية البريطانية، لأنه سيبدو عالماً عشوائياً أنشأته قوانين طبيعية عمياء، كما أثارت مثل هذه المحاولات الجذرية لإزالة اللّه من المعادلة إحياءً لفكرة "اللاهوت الطبيعي"، حيث سعى رجال الدين الإنجليكان الذين سيطروا على الفلسفة الطبيعية واحتكروا الوظائف الأكاديمية ذات الصلة إلى جمع وتقديم أدلة على تصميم اللّه في الطبيعة. لقد أكدت رؤيتهم، المتجذرة في أفكار القرن السابع عشر، على الطبيعة باعتبارها صنع اللّه؛ وهكذا، كان الغرض الرئيس من استطلاعاتهم هو تقديم دليلٍ وفيرٍ على حكمة وقدرة المعماري الإلهي.

تمشياً مع هيمنة المسيحية على المجتمع والمعتقد والحياة الفكرية في القرن الثامن عشر، جرى التأكيد على أنّ وجود اللّه وطبيعته يمكن إثباتهما من خلال دراسة خليقته؛ على العكس من ذلك، كان العالم مثالياً جداً في تصميمه لدرجة أنه كان دليلًا على وجود قوّة خيرٍ عليا فعلاً. في عام 1802م، وجدت "حجة التصميم" التعبير الأكثر شهرةً في اللاهوت الطبيعي لرجل الدين وليم بيلي (توفي 1805م) W. Paley أول دليلٍ على وجود الإله وخصائصه جُمِعَ من مظهر الطبيعة، والذي اشتهر باستخدامه وهو تعقيد العين البشرية كمثال على اختراع اللّه المقصود والمعقد.

لقد سيطرت حجة التصميم على الثقافة العلمية الشعبية؛ وكانت فكرة قوية وجذابة جداً. في أواخر عشرينات القرن التاسع عشر، كان إيرل من بريدغووتر Earl of Bridgewater غريب الأطوار، وكان فرانسيس هنري إجيرتون (توفي 1829م) F. H. Egerton، متأثراً كثيراً باللاهوت الطبيعي لبيلي ورغبةً منه في التكفير عن حياةٍ مليئةٍ بالأحداث، ورّث الجمعية الملكية مبلغ 8000 جنيه إسترليني لتمويل عملٍ مماثلٍ، وقد نتج عن ذلك عمل مكون من ثمانية مجلدات لعمل "صانع الساعات الإلهي"، بعنوان (أطروحات بريدغووتر) بين عامي 1833-1840م، وقد كان ضخماً ومكلفاً، ونتيجة لذلك لم يُقرأ على نطاقٍ واسعٍ إلى الوقت الحاضر، لكنّه يشير إلى الوضع العلمي الراهن في ثلاثينات القرن التاسع عشر، والتأثير المستمر لحجة التصميم، والتخصيب المتبادل والترابط بين العلم والمسيحية، وقدرة وجهات النظر الخلقية (Garwood, 2008).

وقد تنقّل هذا العمل بين أساطير الكتّاب المعاصرين وأساطير الحضارات القديمة، ومن صور الاعتقاد بالأرض المسطحة في العصور الوسطى إلى آراء الخلقيين في القرن التاسع عشر، وكان يؤكد على أنّ تاريخ الأفكار حول الأرض هو أكثر من مجرد سرد مباشر حول إنشاء حقيقةٍ علميةٍ، ومع ذلك وسط كتلة من التصورات المتغيرة - للعلم والدين والتاريخ إلى جانب وجهات النظر المتغيرة عن العالم المادي - كانت الأرض كروية بإجماع المثقفين منذ القرن الرابع قبل الميلاد على الأقل. بالمقابل فإنّ فكرة الأرض المسطحة، التي كان يعتقد بها الأشخاص المتعلمون منذ أقاصي العصور القديمة، قد تحولت إلى أداةٍ سياسيةٍ من قبل كتّاب القصص المعاصرين الذين يبحثون عن زاوية أو من قبل مجادلين يسعون إلى مناقشة قضية العلم ضد المسيحيين المنغلقين، وهنا يأخذ التاريخ منعطفاً غريباً بالفعل، متحدياً التوقعات حول تقدم المعرفة من نقاط مختلفة في الماضي البشري. لقد أعيد إحياء فكرة الأرض المسطحة خلال القرنين التاسع عشر والعشرين وحتى

الحادي والعشرين، إذْ تعمل حركة من المؤمنين الحقيقيين المصممين على إثبات أنّ المعرفة العلمية التقليدية وهمٌ، والكتاب المقدس صحيح حرفياً والأرض مسطحة وليست كروية (Garwood, 2008).

كان الإحياء العام الحديث لفكرة الأرض المسطحة من بنات أفكار محاضر متنقل وطبيب دجّال معروف بالاسم المستعار بارالاكس Parallax، واسمه الحقيقي صموئيل بيرلي روبوثام (توفي 1884م) S. B. Rowbotham، وبحلول أواخر ثلاثينات القرن التاسع عشر كان يدير بلديةً اشتراكيةً راديكاليةً متحالفةً مع مُصنّع القطن الويلزي والمصلح الاجتماعي روبرت أوين (توفي 1858م) R. Owen، التي تقع في أعماق ساحات كامبريدج شير. هنا، في مساحة واسعة منبسطة تتخللها شبكة من المجاري المائية والسدود، أجرى بارالاكس تجارب مختلفة لاستكشاف شكل الأرض المتمحور حول سؤال واحد بسيط: ما هو شكل سطح الماء؟ استنتج من المشهد أنّه إذا كانت الأرض عبارة عن كرة أرضية حقاً، فيجب أن يكون الماء بدرجة من التحدب وهذه هي النقطة التي حقق فيها بسلسلة من التجارب على امتداد ستة أميال من قناة بيدفورد القديمة (Garwood, 2008).

خلال فصل الشتاء عندما جمدت القناة، يبدو أن الماء كان مسطّحاً وهو جليد، وباستخدام تلسكوب جيد شاهد المتزلجين في ويلني، على بعد نحو 10 كيلومتر، بينما ادعى في الصيف أنه رأى سكان القرية يركضون داخل وخارج المياه، وحتى أولئك الذين كانوا يسبحون. كما أبدى ملاحظات على القوارب التي تبحر على طول القناة بنتائج مماثلة، أو على حد قوله، مما أدى إلى استنتاج أنّ القناة والأرض كانتا مسطحتين، وكل ما تبقى على بارالاكس هو أن يقوم بدمج نتائجه في نظرية متماسكة حول الأرض وموقعها في الكون، إلى جانب هدم العديد من البراهين المتعلقة بالتكوّر والدوران. وباستخدام النتائج التجريبية والحسابات الرياضياتية ومقاطع مختلفة من

الكتاب المقدس، شرع في القول بأنّ الأرض تقع في مركز الكون، وكان عمرها أقل من ستة آلاف عام، وقد أُنشئت في أربعةٍ وعشرين ساعة، وكانت تقترب بسرعة من الدمار بسبب النار.

إلى جانب الدعوة إلى القراءة الحرفية للكتاب المقدس، وخلق الأرض الفتية (كما هو معروف حالياً) ورؤية نهاية العالم لتاريخ الأرض، أكّد بارالاكس أنّ الأرض كانت قرصاً مسطحاً مع القطب الشمالي في مركزه. كان القطب الجنوبي غير موجود بشكل طبيعي في هذا المخطط، وكان المستوى الدائري محاطاً بحاجزٍ هائلٍ من الجليد. إلى أي مدى امتد الجدار الجليدي، وكيف انتهى، وما كان موجوداً بعده كانت أسئلة يعتقد بارالاكس أنه لا يمكن لأي إنسانٍ الإجابة عليها.

ومع ذلك، كان على يقين من أنّ القرص الأرضي ثابت مع عدم وجود حركة محورية أو مدارية، في حين أنّ الشمس تدور حول الرأس مرة واحدة كل أربعةٍ وعشرين ساعة على مسافة لا تزيد عن 1120 كيلومتر، ضمن النظام المركزي الأرض هذا، كانت الشمس على بعد 640 كيلومتر من لندن، ولم يكن القمر والنجوم أبعد من 1600 كيلومتر عن الأرض! وأمّا ما يتعلق بالأجرام السماوية، فقد كان القمر جرماً يضيء بشكل ذاتي وشبه شفاف وليس عاكساً لضوء الشمس، كما يُفترض عادةً، في حين أنّ النجوم كانت مجرد "مراكز فعل" تلقي الضوء و "المواد الكيميائية" الناتجة على سطح الأرض. هذه الأرض، كموضوع لخليقة اللّه الخاصة، كانت العالم المادي الوحيد الموجود، لأنّ بارالاكس أصرّ على أنّ الشمس والقمر والنجوم يشار إليها فقط باسم "الأضواء" في الكتاب المقدس وأنّ أي شخص يعتقد العكس هو ضحية لعلم الفلك المتغطرس والزائف، والجيولوجيا الزائفة والافتراضية، وطريقة تفكيره انتحارية؛ لأنّ هذه الطريقة في التفكير تتعارض مع الطبيعة، والحقيقة، والخبرة البشرية، ومع التعليم المباشر لكلمة اللّه. ووفقاً لمنطق

بارالاكس، كانت الشمس تدور بالقرب من القطب الشمالي المركزي في فصل الصيف البريطاني وأبعدها عنه، باتجاه الحاجز الجليدي الذي لا يمكن اختراقه، في أعماق الشتاء. كان الليل والنهار أيضاً نتيجة لتمدد وانكماش المسار الشمسي فوق المستوى الدائري، حيث تعمل الشمس كمصباح يدوي يتحرك فوق طاولة، وقادر فقط على توفير الضوء في الأماكن التي تنطلق فيها أشعة الشمس عمودياً للأسفل (Garwood, 2008).

وقد شرح كسوف الشمس على أنّه نتيجة مرور القمر بين الشمس والمراقب على الأرض. وبطبيعة الحال، كان حساب خسوف القمر أكثر إشكاليةٍ لأنّ الأرض كانت مستويةً وثابتةً باستمرار تحت الشمس والقمر، لذلك، كما وصفها بارالاكس لاحقاً، للحديث عن اعتراضها لضوء الشمس، وبالتالي فإنّها تُلقي بظلالها على سطح القمر، يعني ما هو مستحيلٌ مادياً. وبعد النظر في الأمر، قرّر أنّ السبب المنطقي الوحيد هو حركة جسم غامض أو "قمر تابع غير مضيء". أما بالنسبة للمدّ والجزر، فلم تكن نتيجة لسحب جاذبية القمر، كما يُفترض عادةً، بل نتيجةً لارتفاع وهبوط الأرض المستوية أثناء طوافها على المياه البدائية، "العمق اللامحدود الذي لا يسبر غوره". وكانت البراهين اليومية على تكوّر الأرض، مثل اختفاء السفن في الأفق أثناء إبحارها في البحر، مجرّد نتيجة لقوانين المنظور والانكسار، بينما كان "الإبحار" ممكناً إذا سافر البحارة بشكل مربع مع البوصلة وتتبع مساراً حول حافة القرص. في الواقع، بالنسبة لكل ظاهرة تؤخذ عموماً كدليل على كروية الأرض ودورانها، طوّر بارالاكس حجةً مضادةً مدعومةً بالاقتباسات التوراتية، والبرهان التجريبي والحسابات الرياضية المعقدة، ومع حشده "للأدلة"، قرر استغلال مهاراته في الخطابة العامة لكسب آراء المتحولين إلى نظريته القائمة على الكتاب المقدس (Garwood، 2008).

في منتصف أربعينات القرن التاسع عشر، بعد أن شرح وجهات نظره حول الحياة والموت وطول العمر، أدار بارالاكس ظهره للطب البديل والسياسات الراديكالية، وألقى بنفسه في النشر العام لفكرة الأرض المسطحة. كان سعيه الكبير أن يصبح عمله في حياته واستخدم تكتيكين محددين لجعل حملته أكثر فعالية، الأول: هو وضع الفكرة داخل نظام الفكر المناهض للعلم، والذي أطلق عليه (علم الفلك الزيتّي Zetetic Astronomy: Earth Not a Globe) وقد نشره في كتيب في عام 1849م، ثم وسعه ليصبح كتاباً في عام 1865م باسمه؛ إذْ اشتق لفظ "zetetic" من الحرف اليوناني زيتًا (ζ) الذي يعني "البحث" أو "الاستفسار"، مع أن التسمية "zetetic" كانت أصيلة في تطبيقها على علم الفلك، لكنها لم تكن جديدة على الإطلاق، فقد جرى تبنيها لأول مرة من قبل أتباع الفيلسوف اليوناني بيرو الإيلي (توفي 275 ق.م) Pyrrho، للإشارة إلى اعتقادهم أنّ جميع التصورات مشكوك في صحتها، ولأنه لا يوجد يقين، بالتالي يمكننا فقط معرفة الأشياء كما تظهر لنا، ولتسليط الضوء على الروابط الاشتراكية الراديكالية عند بارالاكس، جرى أيضاً استخدام تسمية "zetetic" مؤخراً من قبل حركة الفكر الحر في لندن في وقت قريب من الحروب النابليونية، وبقيادة الناشر الملحد الراديكالي ريتشارد كارليل R. Carlyle، شنت شبكة zetetic حملة ضد سلسلة من الملاحقات القضائية لنشر مواد يُفترض أنّها فاحشةٌ وتجديفٌ ومثيرةٌ للفتنة في وقت كانت الحكومة مصممة على قمع أيّ تهديدٍ ثوريّ محتمل، كانت هذه المجتمعات الحماسية، ومقرّها بشكل أساسي في اسكتلندا والشمال، أول منظمات الفكر الحر، مع أن المتطرفين كانوا يستخدمون مصطلحي "المستفسر الحر" و "الباحث عن الحقيقة" في مجلاتهم منذ أواخر القرن الثامن عشر (Garwood, 2008).

في حين أن نموذج (ربوثام الزيتِّي) يمكن أن يستوعب المناطق الزمنية، لكنه فشل تماماً في شرح بعض جوانب السماء التي يمكن أن يفسرها علم الكونيات القديم. ومع ذلك، يمكن لعلم الكونيات التقليدي لكوكب الكرة الأرضية أن يفسر كل هذه وليس بعضها فقط ومع تجاهل معظم الناس عمل ربوثام؛ فقد عرض جون هامبدن (توفي 1891م) J. Hampden في عام 1870م، وهو مؤيد آخر للأرض المسطحة، رهاناً بمبلغ ضخم لأيّ شخص يمكنه إثبات وجود انحناء محدب لجسم كبير من الماء، وهو ما تتطلبه نظرية الأرض الكروية، وقد قبل التحدي الشهير ألفريد راسل والاس (توفي 1913م) A. R. Wallace أحد أنصار نظرية التطور الشهيرة، وعلى ما يبدو أنّ والاس كان على علم بنتيجة ربوثام، فقام بتغيير التقنية قليلاً؛ حيث إنه وضع شيئين متطابقين في مواقع مختلفة على طول مستوى بيدفورد. فحص والاس كل جسم من تلسكوب مثبت على جسر، ووجد أنّ الجسم الأقرب قد ظهر أعلى من الجسم البعيد، بما يتوافق مع النتائج التي تنبأت بها نظرية الأرض الكروية؛ لكن لماذا ظهر اختلاف؟ في الواقع يعدّ انعكاس درجة الحرارة أمراً شائعاً فوق المسطحات المائية خلال فصلي الربيع والصيف عند إجراء هذه التجارب، حيث يتسبب انعكاس درجة الحرارة في انحناء الضوء في البداية بشكل ظل لسطح الأرض، مما ينتج عنه انتقال الضوء حول انحناء الأرض. ونظراً لانضمام المتحولين الجدد إلى حركة الأرض المسطحة، كتب العديد منهم كتباً، ولكن لم يعد يذكر الكثير منها حالياً. نستثني من ذلك الكتابان: (مائة دليل على أن الأرض ليست كروية، 1885م) لوليم كاربنتر (توفي 1874م) W. Carpenter، وديفيد واردلو سكوت D. W. Scott (تيرا فيرما: الأرض ليست كوكباً، مثبتة من الكتاب المقدس والسبب والحقيقة، 1901م). لقد أسس ربوثام مجتمعات زيتّية zetetic في إنكلترا ونيويورك عام 1883م، قبل عامين من وفاته، ربما كانت إليزابيث

بلونت (توفيت 1953م) E. Blount هي القائدة التالية في حركة الأرض المسطحة. في عام 1893م أسست الجمعية العالمية لعلم الفلك الزيتّي Universal Zetetic Society، التي تضم بين أعضائها عالم اللاهوت البريطاني المعروف اثيلبرت وليم بولينغر (توفي 1913م) E.W. Bullinger، وهذا غريب بعض الشيء؛ فقد كتب بولينغر في العديد من الموضوعات، حتى بعض الموضوعات الغريبة، مثل الإنجيل في النجوم وعلم الأعداد، لكنه لم يكتب أبداً عن الأرض المسطحة، ولو كان بولينغر يدعم فكرة الأرض المسطحة، فإنه لم يكن صريحاً بشأن ذلك. ربما انضم بولينغر إلى المجتمع بدافع الفضول، وقد نشرت الجمعية مجلة تسمى (مراجعة الأرض ليست كروية Earth Not a Globe Review) بين (1893–1897م). كما نشرت الجمعية مجلة أخرى هي (الأرض Earth) بين (1901–1904م). وليس من السهل العثور على أي من المجلاتين السابقتين حالياً (Faulkner, 2019).



الفصل الرابع

قياسات محيط الأرض وقطرها

Earth's circumference and diameter measurements

1.4 مقدمة

لقد دفع الإقرار بكروية الأرض بالعلماء للتعامل مع الأرض على أساس أنّها كرةٌ مثاليةٌ وتامّة التكوّر، وبالتالي فإنّ مسقط هذه الكرة هو دائرة يمكن تطبيق كل المعارف والقوانين الهندسية النظرية عليها، ومن هنا أمكن حساب محيطها ونصف قطرها، وبالتالي أمكن إجراء الكثير من التطبيقات واسعة النطاق.

لذلك يمكننا اعتبار قياس محيط الأرض Earth's circumference وقطرها إحدى أهم نتائج كروية الأرض، وقد كانت هناك عدة محاولات عبر التاريخ لمعرفة هذه القيمة لأنها تسهّل على الفلكيين والمسّاحين الكثير من الحسابات.

من المعروف أنّ محيط الدائرة يقابل 360 درجة عند مركز الأرض، لذلك إذا قمنا بقياس جزء منه وعرفنا ما يقابله من الدرجات عند المركز تمكّنا من استنتاج طول محيط الكرة الأرضية بالكامل (أحمد، 1960م). وقد كانت الطريقة الأكثر شيوعاً في العصور الوسطى لتحديد طول درجة على خط الزوال الأرضي ترتكز على تحديد قيمة خطوط الطول (كنيدي، 2005م).

لقد كان قياس محيط كوكب الأرض باستخدام أية وسيلةٍ عمليةٍ أمراً بالغ الصعوبة، نظراً لوجود البحار والوديان والجبال وغيرها من التضاريس التي تعيق أيّ عملية قياس مباشرةٍ، وحتى ندرك مدى صعوبة الأمر سنضرب المثال الآتي: إذا كانت لدينا كرة تنس الطاولة، فلن تكون هناك صعوبةٌ في قياس قطرها باستخدام الفرجار أو القدمة الورنية (البيا كوليس Pied à coulisse). قم بتوسيع هذه الكرة لتصبح بحجم قبة بعرض 1 كيلومتر، ومع أنّ المشكلة ستكون أكثر صعوبةً بقليلٍ، فإنه لا تزال هناك عدّة طرائق لقياسها، ولكن كيف هو الحال عندما يبلغ نصف قطر الكرة نحو 7000 كيلومتر؟ يطلب عندها نهج مختلف تماماً لإجراء القياس. صحيح أنّه في

ضوء الأساليب المتاحة اليوم لن تكون هناك صعوبة في استخدام الأقمار الصّنعية، ولكن كيف كان الحال قبل 2000 سنة قبل التطورات التي نشهدها حالياً في العصر الإلكتروني؟ (Smith, 1997).

في جميع الأحوال فقد ساعدت تلك الجهود في إرساء قواعد الجيوديسيا، حيث أجريت مسوحات جيوديزية دقيقة خلال القرن التاسع عشر في إنجلترا وروسيا والنرويج والسويد وألمانيا والهند والبيرو. وأخيراً، فإن القياسات العابرة للقارات، التي أنجزتها هيئة المسح الجيوديزي والساحلي الأمريكية في عام 1897م، قدمت مساهمةً أبعد وأكثر أهميةً في معرفتنا بحجم وشكل الأرض. ومن الواضح أن القوس الموازي لخط العرض قد يضيف إضافات إلى هذه المعرفة، بالإضافة إلى قوس من خط الزوال. ففي الحالة الأولى، تكمن المشكلة الفلكية في إيجاد الفرق في خط الطول بين أطراف القوس المقاس؛ أما في الأخير فإنّ الاختلاف المقابل يكون في خط العرض. العمليات الجيوديسية المناسبة، أي معرفة عدد الأميال والقدم والبوصة لمحطة من محطة أخرى تُجرى بواسطة نظامٍ من القياسات غير المباشرة يسمى التثليث Triangulation (Todd, 1906). وهي طريقة مخصصة لتحديد الأجزاء المجهولة للمثلثات من مثلثات معلومة؛ إذْ عندما تُعرف قيمة ضلع واحد وزاويتان في نهايته، يمكننا معرفة قيمة الأضلاع الأخرى، بغض النظر عن النسب النسبية لهذه الأضلاع. من الواضح إذن أنه إذا جرى قياس طول ضلع قصير، فيمكن العثور على طول الضلع الطويل من خلال عملية حسابية رياضياتية أبسط بكثير وأقل مللاً وأكثر دقةً. إذاً التثليث هو عملية إيجاد المسافة الدقيقة بين نقطتين بعيدتين عن طريق توصيلهما بسلسلة أو شبكة من المثلثات. يسمى الضّلع القصير من المثلث الأساسي، والذي يجري قياسه بالفعل، قدماً إثرَ قدم، بالقاعدة، ورغبة بالحصول على دقة كبيرة، غالباً ما يجري قياس القاعدة عدة مرات. بعد ذلك يجب فقط قياس الزوايا الأفقية في الغالب؛ ويجري هذا الجزء من العمل بآلة التلسكوب السمتي الارتفاعي

Altazimuth (Todd، 1906).

ونتيجةً لمثل هذه الأعمال، وجد أنّ طول أقصر قطر للأرض، أو المسافة بين القطبين، هو 12640 كيلومتر. أما في مستوى خط الاستواء، يبلغ قطر الكرة الأرضية 12683.2 كيلومتر، أو أكبر بنحو 300 جزء من القطر بين القطبين، هذا الجزء أقل بقليل من انحراف الأرض أو انضغاطها القطبي. وتشير القياسات الأخيرة إلى أن خط الاستواء نفسه بيضاوي الشكل قليلاً. لذلك يمكن اعتبار شكل الأرض بمثابة شكل بيضاوي بثلاثة أقطار أو محاور غير متساوية، ومن خلال معرفة أطوال هذه الأقطار، أمكن حساب حجم الأرض ووجد أنه يبلغ 260 مليار ميل مكعب (Todd، 1906).

من الناحية التاريخية فقد يعود الفضل إلى الكلدانيين في إجراء التقدير الأول لمحيط الأرض (38400 كيلومتر) (Todd، 1906)، وقد صار من الموثّق لدينا أن الهنود واليونانيين والعرب والأوربيين قد بذلوا جهوداً مهمة سنسلط الضوء عليها في هذا الفصل.

4.2 اليونانيون

تغيّرت قيمة محيط الأرض بين اليونانيين أنفسهم الذي حسبوا قيمتها بين القرنين (4 ق.م و 2م) نجملها في (الجدول 1-4) (غصيب، 1993م)، علماً أنّ محيط الأرض الحالي الوسطي (40033 كيلومتر)، ونصف قطرها (6372 كيلومتر):

العالم	المحيط (بوحدة كيلومتر)	نصف القطر (بوحدة كيلومتر)
أرسطو	70796	11267
أرخميدس	523800	83251
إيراتوسثنيس	42895	6827
بوسيدنيوس وبطلميوس	25750	7066

(الجدول **1.4**)

طبعاً كانت وحدة القياس المستخدمة عند اليونانيين هي (الستاد أو ستاديون أو الاسطاديون كما يكتبها البعض)، والتي ترجمها العرب بلفظ (غُلْوَة)، ونظراً لكون وحدة الستاد اليونانية غير ثابتة القيمة عبر العصور، فقد أدى ذلك لاختلاف قيمة المحيط ونصف القطر سواء عند اليونانيين أو عند من أخذ عنهم من العرب والمسلمين لاحقاً، وهو أمرٌ يُلقي بالضوء على مشكلة عدم توحيد الوحدات والمقاييس في تلك العصور، ويُعتقد أن القيمة التي حصل عليها إيراتوسثيس هي الأقرب للقيمة الحالية؛ إذْ كان كل 1 ستاد يعادل 600 قدم يوناني (= 582 قدم إنكليزي = 174.6 متر).

1.2.4 هرمس (؟)

كان حساب محيط الأرض الذي يُعزى إلى هرمس Hermes معروفاً لدى إبراهيم بن حبيب الفزاري (توفي نحو 180هـ /796م)، وقد قدّر هذا المحيط بـ (9000 فرسخ)، وبلغ طول درجة على خط الاستواء 25 فرسخاً، حيث إنّ الفرسخ الواحد يعادل 3 أميال أو 5919 متر، وبالتالي فإنّ قيمة محيط الأرض عند هرمس هي (53271 كيلومتر). يبدو أنّ الفزاري قد اعتمد على مصادر فارسية حتى حصل على هذه المعلومات (سزكين، الرياضيات، 2002م).

وقد ذكر الإدريسي أنّ هرمس قدّر محيط الأرض بالقيمة (36 ألف فرسخ = 213084 كيلومتر)، وهي تعادل أربعة أضعاف القيمة التي وردت عند الفزاري. حيث قال: «وأما هرمس فإنه قدّر إحاطة الأرض وجعل لكل جزءٍ مائة ميلٍ (ف) تكون بذلك ستة وثلاثين ألف ميل وتكونُ من الفراسخ اثني عشر ألف فرسخٍ وبين خط الاستواء وكل واحد من القطبين تسعون درجة واستدارتها عرضاً مثل ذلك» (الإدريسي، 1989م).

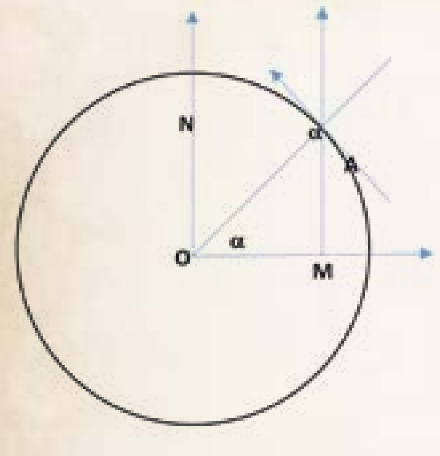
وقبل الإدريسي سبق أن أكّد لنا البيروني على قيمة (9000 فرسخ) المنسوبة لهرمس، إذْ قال: «وأمّا الفزاري فذكر في زيجه، أنّ دور الأرض عند الهند ستة آلاف وستمائة فرسخ، على أنّ الفرسخ ستة عشر ألف ذراع، وأنّه عند هرمس تسعة آلاف فرسخٍ، على أن الفرسخ اثنا عشر ألف ذراع؛ فتكون حصة الجزء الواحد من ثلاثمائة وستين –بحسب قول الهند– من الفراسخ ثمانية عشر وثلث، فإنّ كان كلّ واحدٍ منها ثلاثة أميالٍ كانت للجزء الواحد خمسةً وخمسين ميلاً، وكلّ ميل خمسة آلاف وثلاثمائة وثلاثة وثلاثين ذراعاً وثلث، وبحسب قول هرمس خمسة وعشرين فرسخاً، تكون خمسةً وسبعين ميلاً، كل واحد أربعة آلاف ذراع. ثم زعم الفزاري أنّ بعض الحكماء قدّر لكل جزءٍ مائة ميلٍ، فصارت استدارة الأرض اثني عشر ألف فرسخ" (البيروني، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، 1962م).

2.2.4 أرسطو (القرن 4 ق.م)

مع التوصل إلى توافق بين رأيي فيثاغورس وأرسطو بشأن شكل الأرض على أنّه كرويّ، تحوّل التركيز إلى تقدير حجمها، وأفاد أرسطو أنّ الجهود قد بذلت بالفعل لحساب المحيط - ربما من خلال المواضع المختلفة للنجوم عند النظر إليها من خطوط عرض مختلفة – وقدم لنا أحد أقدم تقدير موجود وهو (400000 ستاد). وإذا اعتبرنا أن قيمة الستاد نحو 500 قدم (كما ذكرنا هذه نقطة خِلافيّة لأنّ القياسات لم تكن موحدة)، سنحصل على القيمة 39000 أو 40000 ميل (64000 –62400 كيلومتر) عند خط الاستواء (Garwood، 2008).

بالطبع الطريقة الوحيدة التي يمكن للمراقب من خلالها تحديد حجم الأرض أيام أرسطو كانت من خلال مراقبة ارتفاع خط طول الشمس أو نجم بين موضعين شمال وجنوب بعضهما بعضاً وتقدير المسافة الخطية بين موضعين، وكذلك يمكن تنفيذ هذه العمليات بدقة، وكان كلّ ما يمكن تحقيقه هو تقريبي، أما بخصوص ملاحظة أرسطو بأن الأرض» ليست كبيرة مقارنة بالنجوم الأخرى" لا ينبغي أن تؤخذ على أنّها أصغر من كلّ شيء، ووفقاً لستوبسيوس، فقد اعتبر القمر أصغر من الأرض، بينما كانت الأرض -كما قال في كتابه (الآثار العلوية Meteorologica) - أصغر فقط من بعض النجوم. ولدى تعامله مع السؤال الصعب المتعلّق بأبعاد الكون، لم يكن أرسطو قادراً على إضافة أي شيء إلى التخمينات الغامضة للفلاسفة السابقين (Dreyer، 1953).

يمكن تلخيص طريقة أرسطو في حسابه لمحيط الأرض كما يأتي: بفرض أنّ كوكب الأرض كرةٌ تامّة التكوّر، وأنّ النجوم تدور حولها على بُعدٍ كبير عنها حول محور يمرّ في كل من نجم القطب الشمالي الثابت، ومركز الأرض الثابت، عندها فإنّ الزاوية التي يصنعها تقاطع هذين المحورين عند نقطةٍ ما على سطح الأرض (النقطة A) هي كما في (**الشكل** 1.4) (غصيب، 1993م):



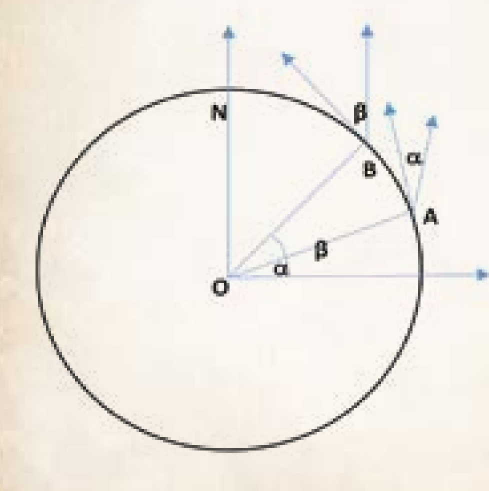
$$\alpha + \angle MAO = 90°$$

$$\angle AOM + \angle MAO = 90°$$

$$\angle AOM = \alpha$$

(الشكل 1.4)

وإذا نظرنا إلى النقطتين (A، B) في (**الشكل** 4-2) على خط طول واحد على سطح الأرض، وبقياس الزاويتين اللتين يصنعهما نجم القطب مع الأفق عند هاتين النقطتين.



$$\theta = \beta - \alpha$$

$$\frac{AB}{C} = \frac{\theta}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi(AB)}{\beta - \alpha}$$

(الشكل 2.4)

حيث:

C محيط الأرض.

θ الزاوية التي يقطعها المسافر من النقطة A إلى النقطة B.

وبذلك وصل أرسطو إلى أن نصف قطر الأرض هو (400000 ستاد)، في حين قدره أرخميدس بالقيمة (300000 ستاد) (فردي، 2009م).

3.2.4 مجهول (القرن 3 ق.م)

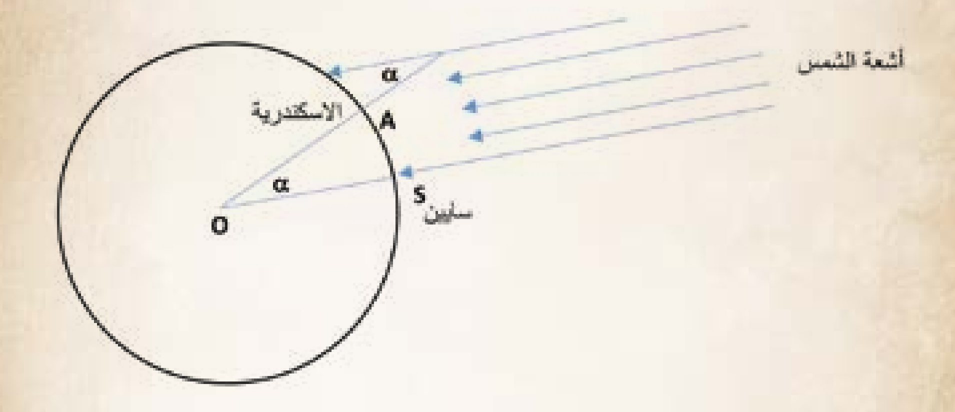
ذكر المؤرخ نلينو أن ثمة رجل يوناني مجهول (قد يكون ديكيرخوس (الذي عاش نحو 300 ق.م) Dikaiarchos أو أريستارخوس الساموسي (توفي 310 ق.م) Aristarchus of Samos قال إنّ مدينة لوسماخيا (التي تقع غرب استنبول حالياً)، ومدينة أسوان تقعان على دائرةٍ واحدة من دوائر نصف النهار تقريباً، وأنّ بُعد ما بينهما جزء من خمسة عشر جزءاً من كل الدائرة والمسافة 20 ألف ستاد، واستنتج من ذلك أنّ مقدار الدرجة الواحدة هو (833 ستاد)، وهو ما يعادل 158105 كيلومتر، عندها سيكون محيط الأرض 300 ألف ستاد، أي (55500 كيلومتر). وهو كما نلاحظ بعيد عن القيمة الحاليّة (نلينو، 1993).

4.2.4 إيراتوسثنيس (القرن 2 ق.م)

بعد نحو 200 سنة من أرسطو قام مدير المكتبة الشهيرة في متحف الإسكندرية، الفلكي إيراتوسثينيس (توفي 194 ق.م) Eratosthenes, (Garwood، 2008) بحساب نصف قطر الأرض-منطلقاً من أنّ الأرض كرويّة وليست مسطحة، كما افترض أناكساغوراس، فوصل إيراتوسثينيس إلى القيمة (4000 ميل = 6400 كيلومتر)،

وهي القيمة نفسها التي وصل إليها أناكساغوراس عند حساب بُعد الشمس عن الأرض، وتعتبر هذه النتيجة على قدرٍ كبيرٍ من الصحة اليوم (جريبين، 2008).

تمكّن إيراتوسثينيس من قياس محيط الأرض وفق الطريقة الآتية الموضحة في (**الشكل** 4-3): أحضر مزولة لها شكل وعاء مجوف والتي كانت تسمى (الاسيكوثيرون أو السكافي)، وقد نصب في وسطها مؤشر (جنومون أو شاخص) بحيث إنّه لا يترك أي ظل في وقت الظهيرة وتحديداً يوم الانقلاب الصيفي (21 حزيران / يونيو) في ساين قرب أمدينة أسوان، في حين أنّه يترك ظلاً قصيراً في اليوم نفسه في الإسكندرية التي تقع إلى الشمال من أسوان على خط الطول نفسه (سارتون، 2010).



وقد قاس إيراتوسثنيس زاوية الظل، ومن ثم وجد الزاوية.

حيث إنّ:

$$\frac{AS}{C} = \frac{\alpha}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi}{\alpha} AS$$

وتوصل إلى أنّ:

$$\frac{\alpha}{2\pi}=\frac{1}{50}$$

$$AS = 5000 \ stadia$$

$$C = 250000 \ stadia$$

في الواقع ما كانت قياسات إيراتوسثينيس لتنجح لولا استعانته أيضاً بمسّاح متدرب (وفي روايةٍ أخرى أنّه استعان بعدّاء سباقات) لقياس المسافة بين الاسكندرية وأسوان، والذي قام بالسير بخطىً متساوية وعدّها، وافترض إيراتوسثينيس أنّ كلتا المدينتين تقعان على خط الطول نفسه، لكننا نعلم اليوم أنّه يوجد انحراف بينهما قدره $3° \ 4'$. ووجد الفرق بين خطي عرضهما $7° \ 12'$ (أو $\frac{1}{50}$ من الدائرة الكلية)، لكنّ القيمة الحقيقة الحالية هي $7° \ 7'$. (غصيب، 1993م)

الأمر الغريب هو أنّ بطلميوس -الذي جاء بعد إيراتوسثينيس بقرون- رفض الاعتراف بقياسات إيراتوسثينيس، بدعوى أنه يكتنفها الكثير من الأخطاء، وتبنى قياسات بوسيدنيوس الأكثر خطأً، ومع ذلك سمحت هذه القياسات بالقيام الرحلات البحرية الطويلة والاستكشافات أمراً ممكناً جداً؛ فقد نشر بطلميوس قياساته غير الدقيقة في كتابه (المجسطي) الذي ألفه نحو سنة 150م، وقد مارس هذا الكتاب تأثيراً كبيراً طيلة العصور الوسطى، وجعل خطأ بطلميوس، الذي رسّخ حقيقة أن الأرض أصغر حجماً من حقيقتها، وبالتالي سمح للبحارة الافتراض بوجود ممر يؤدي إلى الهند. ويعتقد الكثير من العلماء أن هذا الخطأ هو الذي حفّز كولومبوس للإبحار غرباً بحثاً عن طريق جديد، فكان أن وصل للعالم الجديد (نخبة من العلماء، 2015م).

طبعاً وصلت أعمال إيراتوستثيس إلى العرب لاحقاً، فقد عرفوه من خلال أعماله في الفلك والجغرافيا والهندسة (سزكين، الرياضيات، 2002م)، لكننا لم نجد إشارةً أو إحالةً واحدةً إلى القيمة التي حصل عليها من خلال المصادر العربية التي رجعنا إليها، اللهم ربّما ما ذكره بعضهم تحت اسم «القدماء".

وكثيراً ما يجادل أصحاب الأرض المسطحة بأنّ إيراتوسثينيس لم يثبت أن الأرض كروية، مع أنّه افترض أن الأرض كروية، ويدعي أصحاب الأرض المسطحة أيضاً أنّهم يستطيعون تفسير النتيجة التي توصل إليها إيراتوسثينيس لو كانت الأرض المسطحة. كلا العبارتين صحيحتين، لكنّ أصحاب الأرض المسطحة قد فاتهم الهدف من قياس إيراتوسثينيس؛ إذْ يمكن تفسير رصد إيراتوسثينيس في نموذج الأرض المسطحة على أنه تأثير لاختلاف المنظر بسبب مشاهدة الشمس من مواقع مختلفة على سطح الأرض، علاوة على ذلك، وكما هو الحال في نموذج الأرض الكروية، يمكن استخدام نتيجة إيراتوسثينيس لقياس محيط الأرض، وفي نموذج الأرض المسطحة يمكن استخدام نتيجة إيراتوسثينيس لقياس مدى ارتفاع الشمس فوق الأرض (Faulkner, 2019).

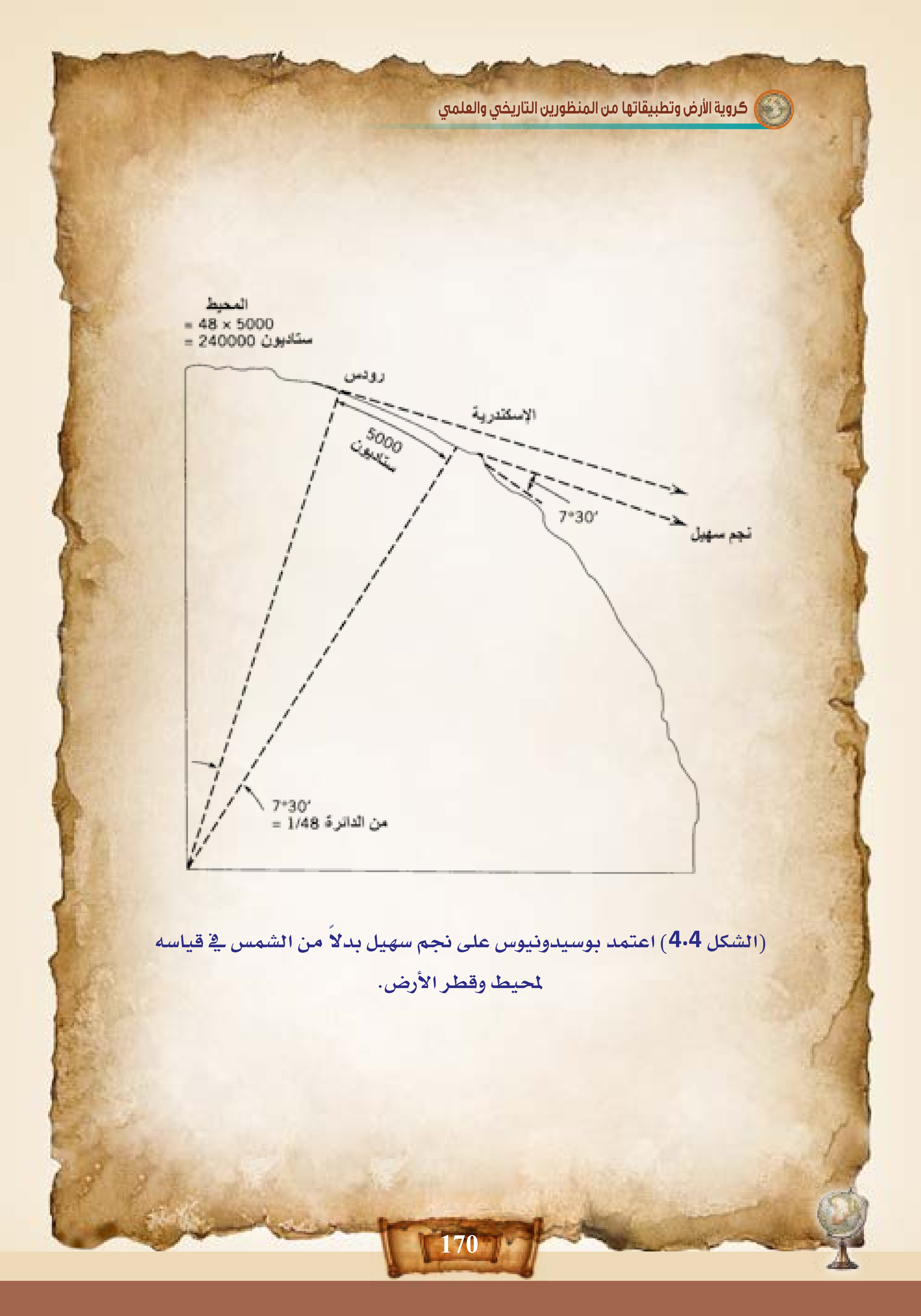
5.2.4 ديونيسودوروس (القرن 2 ق.م)

وفقًا للقصة التي رواها بليني، فإن ديونيسودوروس (توفي 190 ق.م) Dionysodorus، وهو مختص بالهندسة وجغرافيٌّ مشهورٌ، توفي في جزيرته الأصلية ميلوس، وبعد وقت قصير من دفنه، عُثِرَ على رسالةٍ على قبره، موجّهة إلى الناس على الأرض، تفيد بأنه وصل إلى أدنى نقطة على الأرض، وأن المسافة كانت (12000 ستاديا)، وقد فُسِّر ذلك من خلال المهندسين

على أنه يعني أنّه وصل إلى مركز الأرض، ويعني أنّها كروية، ومن ثم كان محيط الأرض (252000 ستاديا = 42000 × 6). ومع ذلك، فإن هذه القيمة لنصف قطر الأرض مأخوذةٌ في الواقع من تقدير إيراتوستينيس لمحيط الأرض (Lewis, 1862).

6.2.4 بوسيدينوس (القرن 1 ق.م)

بعد قرنٍ من قياس إيراتوستنيس قام بوسيدينوس (توفي 51 ق.م) Poseidonius بإجراء قياسٍ آخر لنصف قطر الأرض، لكنّه استخدم أسلوباً مختلفاً وجيداً (King, 1957) –مفترضاً بالتأكيد أنّ الأرض كروية (Lewis, 1862) – للحصول على قيمةٍ قريبة من (240 ألف ستاد). فقد لاحظ أن نجم سهيل Canopus كان في الأفق عند مشاهدته من جزيرة رودس بينما كان ارتفاعه في الإسكندرية 48/1 من الدائرة ('30 °7)، حيث قدّرت المسافة بين المدينتين بـ (5000 ستاد)، ولكن بما أنّ المياه تفصل بينهما، فقد يكون هذا ناتجاً فقط عن تقديرات البحارة، وكما هو الحال مع إيراتوستنيس، كانت الزاوية التي استخدمها بوسيدونيوس خاطئة بشكل كبير، في الواقع بنسبة $2\frac{1}{4}$، وكانت المسافة بعيدة بنحو 30٪ إلى 40٪. ومع ذلك، كانت الأخطاء تعويضية، أي جُمِعَ بين الزاوية الصغيرة جداً والمسافة الطويلة جداً لإعطاء نتيجة مقبولة بالصدفة (Smith, 1997). ويروي سترابون أنّ نتيجة قياس بوسيدونيوس كانت (180 ألف ستاد)، أي أقل مما ذكر أعلاه (سارتون، 2010).



(الشكل 4.4) اعتمد بوسيدونيوس على نجم سهيل بدلاً من الشمس في قياسه لمحيط وقطر الأرض.

ويرى سارتون أنّ بوسيدونيوس قد بالغ في تقديره لطول قارة أوراسيا (قارتا أوروبا وآسيا)، وذكر أنّه إذا أبحر رجلٌ من الساحل الأطلنطي غرباً إلى مسافة (70 ستاد) يمكنه الوصول إلى الهند، وقد ظهر هذا الخطأ فيما بعد في مؤلفات سترابون وبطلميوس وروجر بيكون وبييرد وصولاً حتى عام 1410م، الأمر الذي جعل كولومبوس يتفاءل ويمضي في مغامرته نحو الغرب (سارتون، 2010)، فوصل لشواطئ أمريكا وليس للأطراف الشرقية لسواحل أوراسيا. متحدياً بذلك أصحاب نظرية الأرض المسطحة الذين خوّفوه بأنه سيقع في الفضاء مع وصوله لنهاية العالم كما هو حال الرجل في نقش فلاماريون.

3.4 الهنــــود

نظراً لاعتقاد العالم الهندي براهما سيدهانتا أو براهما جوبتا (توفي نحو 668م) Brahma Siddhanta بكروية الأرض، فقد قدّر أنّ محيطها هو (5000 يوجانا)، وتعادل اليوجانا Oyojana الواحدة (7.2 كيلومتر)، أي أنّ قيمة محيط الأرض وفق حساباته هي (36000 كيلومتر) (نخبة من العلماء، 2015). ومن ذلك يمكن حساب اختلاف المنظر الأفقي للقمر والمسافة من الأرض، فالأخير هو (51566 يوجانا ≅ نحو 404800 كيلومتر)، وهو رقمٌ جيدٌ بشكلٍ ملحوظٍ مقارنةً بالقيمة الحالية (Davidson, 1947).

لقد علم علماء الفلك في سيدهانتا Siddhantas أن الأرض هي كرةٌ غير مدعومةٍ في الفضاء، ورفضوا الفكرة الأسطورية القديمة القائلة بأن هناك حيواناً يحملها ويعتمد بدوره على حيوان آخر، وهكذا دواليك، حتى دعم آخر واحدٍ منها. وهي أفكارٌ مجرّدة يجب أن تترك دون تفسير، وقد علق عالم الرياضيات الهندي بهاسكارا الثاني (توفي نحو 1150م) Bhaskara Acharya،

بأنّ هذا التفسير سخيف، ورفض أيضاً فكرة أنّ الأرض تسقط بشكل دائم، لأنها ستسقط أسرع من سهم يتجه لأعلى، بسبب ثقله، بحيث لا يمكن للسهم مرة أخرى أبداً أن يصل إلى الأرض (Dreyer, 1953).

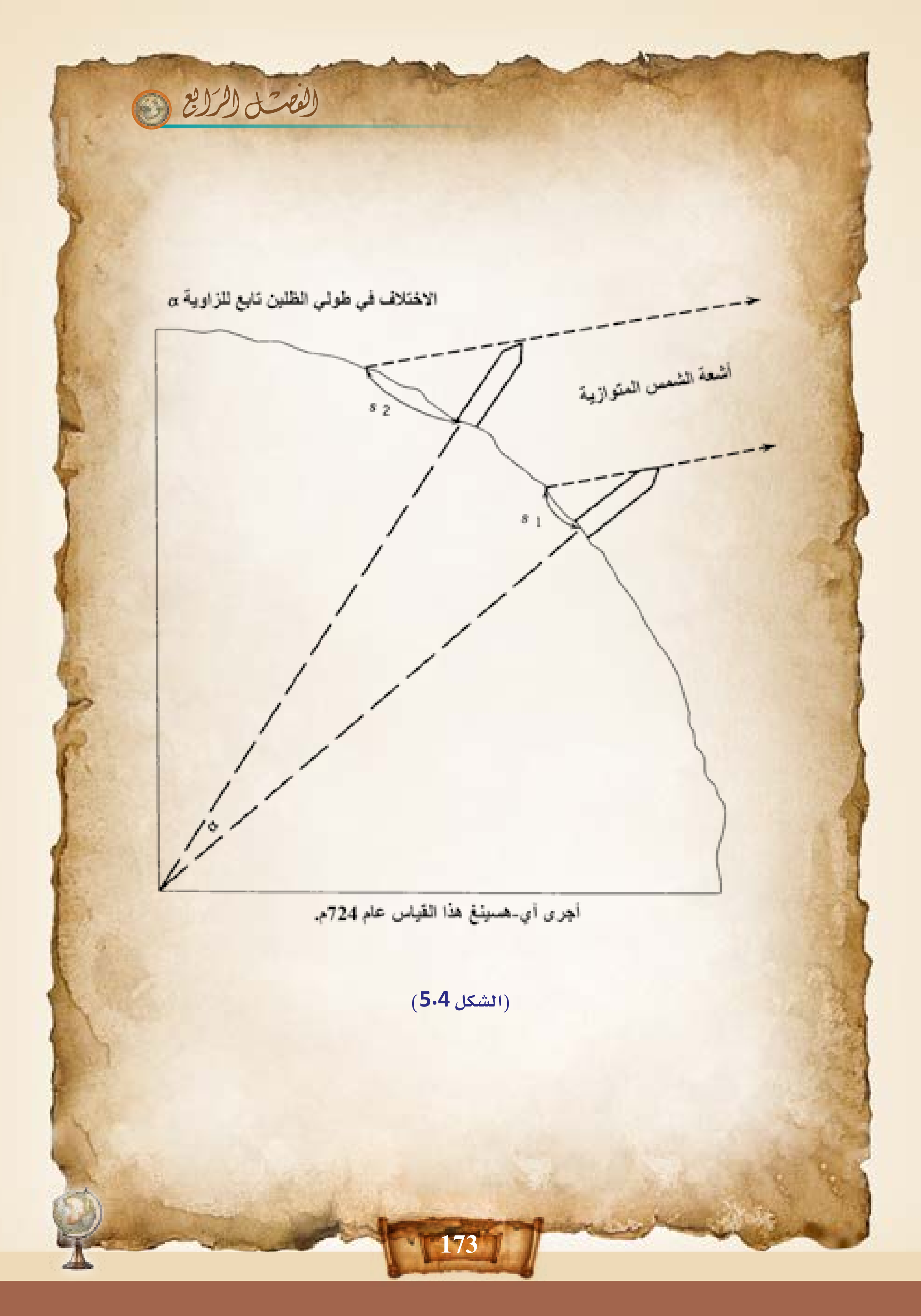
أيضاً لم تكن قيمة محيط ونصف قطر الأرض واحدة عند الهنود في مختلف العصور؛ بل تغيّرت أيضاً ونجمل هذه القيم في (الجدول 4.2) (خصباك، 1995م)، علماً أن محيط الأرض الحالي الوسطي (40033 كيلومتر)، ونصف القطر (6372 كيلومتر):

(الجدول 4.2)

العالم	المحيط (بوحدة كيلومتر)	نصف القطر (بوحدة كيلومتر)
أرياباهاتا	53382	8496
براهماجوبتا	36000	5732
أكاريا	758	1206

4.4 الصينيون

استخدمت طريقة أخرى من القياس لمحيط الأرض في الصين في القرن الثامن الميلادي، وذلك عندما كُلّف عالم الرياضيات والفلكي الملكي الصيني آي - هسينغ (توفي نحو 727م) I-Hsing، بتنظيم الأرصاد على قوسٍ من (نحو 11400 لي ≅ 5000 كيلومتر) شرقي خط الزوال $114°$. وقد نشأ هذا المطلب من الاعتقاد السائد بأن طول ظل 8 أقدام (1.96 متر) تغير بمقدار 1 بوصة صينية (0.02 إلى 0.03 متر) لكل (1000 لي) عند السفر على طول خط الزوال، وفي هذه الحالة، كان معدل التغيير أكثر من 4 بوصات (0.1 متر) كما في (الشكل 5-4). ومع ذلك، قدمت البيانات قيمة محيط الأرض نفسها التي تبلغ (128300 لي ≅ 56700 كيلومتر) (Smith, 1997).


الاختلاف في طولي الظلين تابع للزاوية α
أشعة الشمس المتوازية
s 2
s 1
α
أجرى أي-هسينغ هذا القياس عام 724م.

(الشكل 5.4)

5.4 العلمـاء العـرب والمسـلمين

من الناحية الهندسية البحتة، فقد خصّ العلماء العرب دراسة الأشكال المختلفة للكرة بعلم قائمٍ بذاته هو (علم الأكر)، وقد لاحظنا أن العلماء العرب والمسلمين كانوا يستخدمون في كل كتاباتهم مصطلح (دور الأرض) ليعبّروا به عن مصطلح (محيط الأرض) المتداول حالياً.

حسب تقديرات معظم المؤرخين الذي درسوا بدقة ما قام به العلماء العرب والمسلمين في قياس محيط وقطر الأرض، فإن العرب نجحوا إلى حدٍ بعيد باستخدام تقنياتهم الرصدية وطرائقهم الحسابية بشكلٍ أفضل من أسلافهم الفرس والهنود واليونانيين (سزكين، علم الفلك، 2008م)، ويرى بعض الباحثين أنّ القياسات العربية لمحيط الأرض كانت أدقّ من القياسات اليونانية، فقد زاد تقديرهم لدرجة العرض عن الحقيقة بنحو 877 متر، في حين زاد قياس إيراتوسثنيس لدرجة العرض عن الحقيقة بنحو 1575 متر (ضاي، 1994).

ومن الضروري أن نفهم أنّ مساهمة العرب في رسم الخرائط هو نهجهم نفسه في علم مسح الأرض (الجيوديسيا) أي قياس المسافات على سطح الأرض المنحني، وقد كان ينجز ذلك إما بوساطة وحدات خطية، مثل الميل العربي، أو بوساطة وحدات زاوية مثل خط الطول وخط العرض. وللتحويل من وحدة إلى أخرى يجب معرفة عدد الأميال لكل درجة أو، بشكل مكافئ، نصف قطر الأرض (Mercier،1992).

ويعتقد بعض الباحثين أنّ جميع العلماء العرب اعتمدوا الطريقة الجيوديسية Geodesical Method التي تتلخص بتعيين طول قوس من خط الطول في عروض مختلفة، والتي استبدلت لاحقاً من قبل الأوربيين فيما بعد بطريقة (التثليث) أي حساب المثلثات غير المباشرة]تقتضي هذه الطريقة قياس درجة من خط العرض من خلال تقسيم خط زوال باريس إلى مثلثات. وقد توصل عالم الفلك

والفيزيائي الفرنسي جان بيكار (توفي 1682م) J. Picard إلى تحديد قيمة درجة من خط العرض من 111 كيلومتر إلى 112 كيلومتر، وحصل على قيمة قطر الأرض (6372 كيلومتر)، في حين أن القيمة الحالية هي (6375 كيلومتر). قام بيكار بهذه العملية في عام 1671م، وقد اعتمد على هذا القياس إسحاق نيوتن في أثناء وضعه لقانون الجاذبية العام (فردي، 2009م)، التي طوّرها جان بيكار، ومن ثم أدخلت طريقة الجاذبية التي تعتمد على حساب فروقات الجاذبية بين مختلف الأماكن على سطح الأرض (العقاد، 1983م)؛ لكن البحوث الحديثة أثبتت أنّ العالم أبو الريحان البيروني كان على معرفةٍ تامة بطريقة (التثليث)، وقد طبقها عملياً بين بغداد وغزنة، كما سنجد ذلك لاحقاً.

1.5.4 يعقوب بن طارق (القرن 2هـ/ 8م)

يعدّ تقدير قطر الأرض عند يعقوب بن طارق (توفي 179هـ /796م) من أوائل التقديرات العربية التي وصلتنا قبل بعثة فريق المأمون بأكثر من عشرين سنة؛ حيث إنه افترض أنّ قطرها (21000 فرسخ)، ومحيطها ($\frac{9}{25}$ 6597 فرسخاً). على اعتبار أن طول الفرسخ (16000 ذراع) أي نحو (8 كيلومتر) (سزكين، علم الفلك، 2002).

2.5.4 بعثة فريق المأمون العلمية (القرن 3هـ/ 9م)

نعلم جميعاً أنّ المأمون (توفي 218هـ/ 833م)، قد قام باستكمال مسيرة العلم وتطبيقاته التي سبق وأنْ بدأها عمه الخليفة أبو جعفر المنصور (توفي 158هـ / 775م) ووالده هارون الرشيد (توفي 193هـ / 809م)، ولكن بزخمٍ أكبر مما كان عليه الحال في عهدهما.

ذكرنا سابقاً أنّ تقديرات محيط الأرض وقطرها كانت معروفة في الحضارات السابقة وحتى عند بعض العلماء العرب مثل يعقوب بن طارق. حتى أنّ عمّ المأمون جعفر المنصور، قد سبق وأن قام بتجربةٍ لقياس الدرجة الأرضية والاستفادة منها في تحديد حجم الأرض ومحيطها (عفيفي، 1977م)، لكن أخبار هذه التجربة وفريق العمل الذي قام بها والقيمة التي توصلوا إليها غير معروفة بالوثائق بالنسبة لنا.

وقد حاولنا تتبع قصة إرسال المأمون لبعثته العلمية للكشف عن قياس محيط كوكب الأرض في كل المصادر والمراجع التي وصلتنا، وتمكنا من تشكيل صورة واضحة عن هذه الحملة بعد أن قمنا بجمع كل الروايات التي سردت حولها، وسأرويها بتفاصيلها الفنية والتقنية حتى نعرف ماذا فعل هؤلاء العلماء وكيف تمكنوا من القيام بعملية القياس بأكبر دقة ممكنة، على أننا سنضع النصوص العربية الأساسية الطويلة التي استقينا منها معلوماتنا في الفصل السابع لمن يرغب بمعرفة كافة الروايات بلغة المؤرخين الأصليين.

ذات يوم رغب المأمون أن تجري عملية القياس لمحيط الأرض وقطرها. ويبدو أنّ الدوافع الكامنة وراء تلك الرغبة كانت:

1. التحقق من قيمة خط الطول المقابل لدرجة واحدة التي سبق وأن وردت عند اليونانيين.
2. ضبط قيمة (الستاديا أو الغلوة) التي وردت عند أرسطو.
3. التحقق من كروية الأرض بالقياس.
4. ومن نتيجة القياسات السابقة حساب المسافة بين مكة وبغداد بشكلٍ دقيق.

وهي أهداف علمية وتطبيقية كما نلاحظ، وهي تضاهي -دون مبالغة- البعثة الفرنسية التي ستقوم بها الأكاديمية الفرنسية بعد عمل المأمون بنحو 900 سنة!

طبعاً حتى يحقق المأمون أهدافه السابقة كان لابد من وضع خطة عمل دقيقة تنظم العلاقة بين أمرين: فريق ذو كفاءة علمية عالية يقوم بعملية القياس ووسائل تقنية مساعدة.

أولاً: خطة العمل

كما نعلم حالياً، فإنّ أيّ مشروعٍ بحثي علمي يتطلب التخطيط الجيد له حتى ينجح، ويبدو أن المأمون وفريقهُ قد نَّجحوا ًإلى حدٍّ بعيدٍ في وضع خطة عمل البعثة التي تضمنت عدة نقاط أساسية وهي:

1. اعتماد وحدة القياس التي وضعها المأمون (الذراع السوداء = 50.25 سنتيمتر) والتي خصصها لقياس أبعاد الثياب ومساحة البناء وحساب المسافات بين المحطات على طريق الحج (قسمة المنازل) كما قال المسعودي (المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).
2. للحصول على أدق قيمة ممكنة قُرِّرَ في خطة العمل أن يُقسّم فريق العمل إلى مجموعتين: بحيث يتوجه خالد بن عبد الملك المَرْوَرُوذيّ مع المجموعة الأولى نحو الشمال لرصد القطب الشمالي (الدب الأصغر)، والمجموعة الثانية يتوجه معها علي بن عيسى الإسطرلابيّ وأحمد بن البحتريّ مباشرة لرصد القطب السماوي الجنوبي.
3. توفير المعدات اللازمة للقيام بالبعثة (الدعم اللوجستي).
4. تحديد مكان وموقع الرصد بين ثلاثة مناطق هي سنجار وتدمر والرقة، أو ما يسمى بصحراء سنجار. وقد كانت مبررات اختيار هذه المنطقة بالذات هو الاستواء وقلة التضاريس (من جبال ووديان) التي يمكن أن تؤثر على أداء عمل البعثة.
5. الشروع بالتنفيذ بعد استكمال العناصر السابقة.

اختار فريق البعثة التوقيت المناسب للقيام بذلك هو عندما تدخل الشمس برج السرطان أي نزول الشمس رأس السرطان (بمعنى: في وقت

الانقلاب الشمسي)، لأنه في هذا الوقت ليس لدى الشمس انحراف (أي لا تغير في ميلها).

أما بخصوص سنة البعثة فإن الباحث جيمس سميث يقول إنّ البعثة أنجزت مهمتها في عام 820م، في حين أنّ الباحث ديفيد كينغ يقول إنّ الرصد جرى عام 830م، أي قبل ثلاث سنين من وفاة المأمون، وفي جميع الأحوال فإن هذا يعني أن قياسات الأرض قد أنجزت بعد تأسيس مرصدي الشماسية في بغداد وقاسيون في دمشق، وبالتالي فإن الفريق كان فعلاً يملك الخبرة الكافية للقيام بهذه المهمة على أكمل وجه.

ثانياً: فريق الرصد

فكرة تشكيل فريق للرصد من قبل المأمون لمهمة تحديد محيط الأرض يدلنا على ناحية في غاية الأهمية، وهي ثقة المأمون بقدرات الفريق العلمية والتقنية للقيام بهذه المهمة العالمية الكبيرة، فنحن نتكلم عن فترة بدايات نقل العلوم اليونانية إلى العربية، بمعنى ليست الأجيال اللاحقة هي من قامت بهذا القياس، وإنما الرعيل الأول من العلماء والباحثين العرب والمسلمين لدرجة أنهم قالوا له كلهم عبارة "هذا سهلٌ» (King، 2000)، كما وثّق لنا ذلك حبش الحاسب (توفي بعد 250هـ /864م).

وإن دلنا هذا على شيء فإنه يدل على أمرين:

إما أنهم ترجموا المعارف الأجنبية العلمية من اليونانية وغيرها، وقاموا باستيعابها وفهما نظرياً وعملياً بسرعة.

أو أنّ التقليد الفلكي العربي لم يتوقف نشاطه في الأصل، وبالتالي لم تضف عملية المثاقفة (بين الإرث اليوناني والعربي) التي حدثت في بيت الحكمة الكثير من الخبرات الجديدة إلى علماء عصر المأمون في مجال المعرفة الفلكية، وبالتالي تطبيقها في مجال الأرصاد العملية.

ونحن نُرجّح الأمر الثاني؛ وذلك لسببٍ بسيط هو أنّ العرب منذ أيام الجاهلية كان لهم تقليد فلكي خاصٌ بهم، ومع مجيء الإسلام تطوّر هذا التقليد كونه ارتبط بالعبادات أكثر، فأصبحوا يرعون الشمس للعبادات اليومية، ويتابعون القمر للعبادات السنوية الخاصة من حجٍّ وصيام رمضان.

في حين يؤيد الأمر الأول الباحث آيدن صاييلي الذي وجد أن بحثاً ميدانياً مهماً وناجحاً على هذا المستوى قد ارتبط بأعمال الترجمة التي أنجزت في بيت الحكمة أكثر من ارتباطه بالأعمال الرصدية التي أنجزت في مرصدي الشماسية في بغداد أو قاسيون في دمشق (صاييلي، 1995م).

بحسب الروايات التي وصلتنا، يبدو أنّ فريق بعثة المأمون كان كبيراً نوعاً ما؛ فقد تضمن مشرفين على البعثة، ومنفذين، ومقرّر واحد، وفريق الدعم اللوجستي.

1. المشرفون

اشترك في فريق الإشراف محمد بن موسى الخوارزمي (توفي 232هـ/ 846م)، مؤسس علم الجبر الشهير، وقد أكّد البيروني مشاركة الخوارزمي ضمن فريق الرصد الذي شكّله المأمون، إضافةً لأبناء موسى بن شاكر (البيروني، تحديد نهايات الأماكن، 1962م). كما يرجح الباحث عمر فروخ أن يكون الخوارزمي بين أحد الفريقين (فروخ، 1970م)، فالخوارزمي كان عنده خبرةٌ أيضاً في الأرصاد الفلكية في مرصد الشماسية في بغداد (صاييلي، 1995). في حين يقرر الباحث هنري كينغ أنّ الخوارزمي وعلي بن عيسى الإسطرلابي كانا معاً ضمن فريق واحد (King، 2000).

على العموم كان دور فريق الإشراف توجيه البعثة لما يجب عليها فعله وتوفير كافة مستلزماتها.

2. المنفذون

عدّ ابن النديم فريق الرصد التنفيذي هو نفسه الذي شارك في بعثة المأمون لقياس محيط الأرض وأرصاد مرصدي الشماسية في بغداد وقاسيون في دمشق، لكنه لم يذكر بينهم محمد بن موسى الخوارزمي أو أبناء موسى بن شاكر (ابن النديم، 1997م)، وهذا يؤكد أنّ دورهم كان يقتصر على الإشراف فقط كما ذكرنا سابقاً، أما أعضاء الفريق المنفذ على الأرض فهم: العباس بن سعيد الجوهري (توفي في الربع الأول من القرن 3هـ/ 9م)، ويحيى بن أبي منصور (توفي بين 217-215هـ/ 832-830م)، وحبش بن عبد اللّه المروروذي الحاسب، وعمر بن محمد المروروذي (كان حياً في القرن 3هـ/ 9م)، وسند بن علي (توفي في النصف الثاني من القرن 3هـ/ 9م)، وعلي بن البحتري، وعلي بن عيسى الإسطرلابي (كان حياً في القرن 3هـ/ 9م) الذي نسب للإسطرلابات من شدة براعته في صناعتها كما يقول ابن النديم (ابن النديم، 1997م)، وكلّهم كما نلاحظ علماء فلك ورياضيات من ذوي الكفاءة والخبرة العالية، والمشهود لهم بالفضل. فقد سبق وأن أنجز بعض أعضاء هذا الفريق بقيادة يحيى بن أبي منصور أرصاداً فلكيةً جديدةً بين سنتي (214هـ - 218هـ) جمعوها في كتاب (الزيج المأموني الممتحن)، الذي توقف العمل فيه للأسف مع موت المأمون، وقد أرّخ لذلك أبو بكر بن عبد اللّه بن أيبك بن الدَّوَاداري (توفي بعد 736هـ / بعد 1432م) حيث قال: «وفيها (سنة 214هـ) أمر المأمون أن يتولّوا الرصد بمدينة الشماسية من بلاد دمشق فوقفوا على زمن سنة الشمس الرصديّة، ومقدار ميلها، وخروج مركزها، وموضوع أوجها، وعرفوا مع ذلك بعض أحوال الكواكب من السيّارة والثابتة، ثم قطع بهم عن استيفاء غرضهم موت المأمون في سنة ثماني عشرة ومائتين فقيّدوا ما انتهوا إليه وسمّوه «الرصد المأموني» (ابن الدَّوَاداري، 1960-1994م).

كما انضمّ لهذا الفريق حرفيون متخصصون مهرةٌ في النجارة والمعادن ليصنعوا للفريق ما يحتاجون من أداوت ووسائل تقنية بشكلٍ متقنٍ، فالذين تولوا صناعة آلات القياس الموثوق بها هم سند بن علي ويحيى بن أبي منصور كما يقول القفطي، كما تولى أحمد بن البحتري الذرّاع (أي المسَّاح) عملية المسح.

ويرجح الباحث صاييلي أن تكون الآلات التي استخدمت في عملية القياس من النوع القابل للحمل والتنقل به من مكان لآخر (صاييلي، 1995م)، وبالتالي يفترض أنهم استخدموا على الأقل إسطرلابات مسطحة صغيرة الحجم وحلقات مثل الحلقة العضدية وأعمدة خشبية وحبال لتحديد المسافة بدقة بعد تقسيم المسافات بشكلٍ متساوٍ.

3. المُقَرِّر

طلب المأمون من القاضي الفقيه أبو محمد يحيى بن أكثم بن محمد التّميمي المَرْوَزي (توفي 242هـ/ 857م)، الذي كان على ما يبدو مهتماً بعلم الفلك، وفي الوقت نفسه كان يحظى بثقة المأمون، أن يرافق علماء البعثة ليقوم بمهمة تدوين الأرصاد وإعداد تقرير عن البعثة ليقدمه للمأمون بعد الانتهاء من العمل (كما قال بذلك حبش الحاسب والبيروني).

وقد ذكر ابن خلكان (توفي 681هـ / 1282م) أنّ المؤرخ القاضي طلحة بن محمد بن جعفر البغدادي (توفي 380هـ/ 990م) قال عن القاضي يحيى بن أكثم مادحاً ومعدداً لمناقبه التي تبرر لنا سبب اختيار المأمون له: «يحيى بن أكثم أحد أعلام الدنيا ومن قد اشتهر أمره وعرف خبره، ولم يستتر عن الكبير والصغير من الناس فضله وعلمه ورياسته لأمره وأمر أهل زمانه من الخلفاء والملوك، واسع العلم بالفقه كثير الأدب حسن العارضة قائمٌ بكل

معضلة، وغلب على المأمون حتى لم يتقدمه أحد عنده من الناس جميعاً. وكان المأمون ممن برع في العلوم، فعرف من حال يحيى بن أكثم وما هو عليه من العلم والعقل ما أخذ بمجامع قلبه، حتى قلده قضاء القضاة وتدبير أهل مملكته فكانت الوزراء لا تعمل في تدبير الملك شيئاً إلا بعد مطالعة يحيى بن أكثم، ولا نعلم أحداً غلب على سلطانه في زمانه، إلا يحيى بن أكثم، وأحمد بن أبي داود» (ابن خلكان، 1972م).

4. فريق الدعم اللوجستي

طبعاً كان يرافق الفريق مجموعة دعم لوجستي يوفر لهم ما يحتاجونه من طعام وشراب ونصب للخيام ودق الأوتاد الخشبية ووصل الحبال فيما بينها ذراع إثر ذراع؛ فرحلة من هذا النوع ولهدف محدد، وفي ذلك الوقت تستغرق - بحسب توقعاتنا - ما لا يقل عن 10-15 يوماً بعد أن تستقر في موقعها.

ثالثاً: عملية القياس

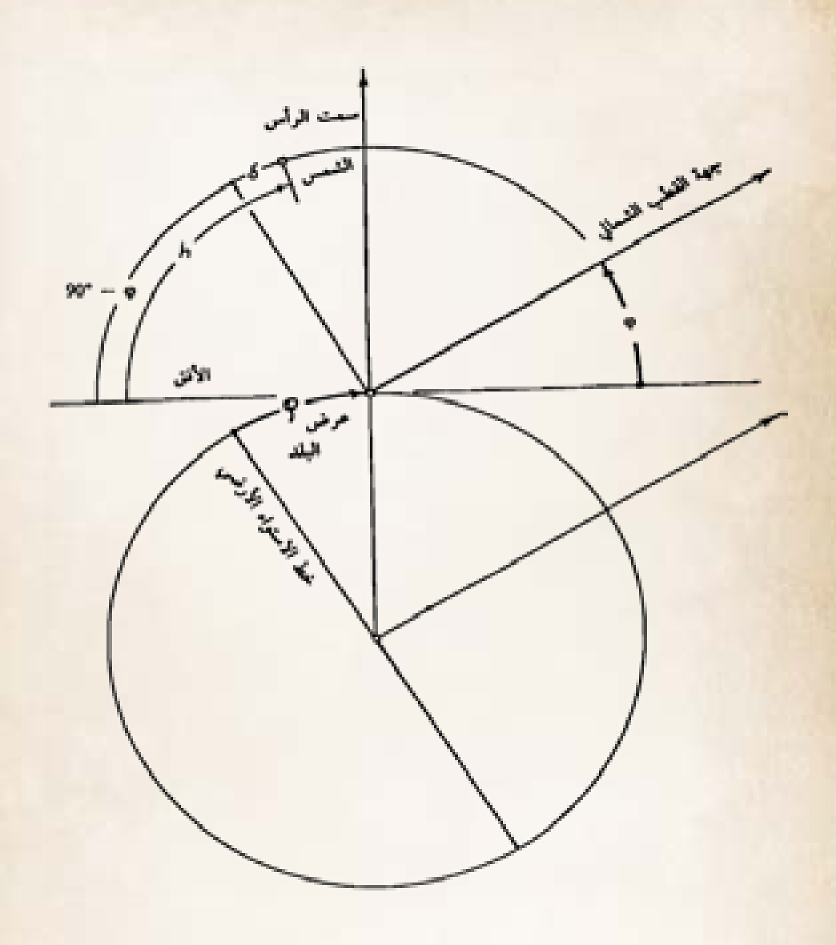
يبدو أن فريق الإشراف وفريق التنفيذ قررا اعتماد طريقة نجم القطب (الشمالي أو الجنوبي) لإجراء القياس؛ حيث إنّ هذه الطريقة أكثر دقةً من طريقة قياس أشعة الشمس أو طريقة نجم سهيل اللامع، ومع أنّ نجم القطب يختلف ارتفاعه من مكانٍ لآخر، ولكنه ثابت الارتفاع في مكانٍ محدد بعينه، فإذا قسنا المسافة الفاصلة بين مكانين يختلف فيهما ارتفاع نجم القطب بمقدار درجة واحدة، كانت تلك المسافة تقابل درجة واحدة عند مركز الأرض، وبالتالي لقياس المسافة الواقعة بين مدينتين تقعان على خط الطول نفسه وعرضهما معلوم، فإن المسافة المقاسة تقابل لزاوية تساوي الفرق بين عرضي البلدين (الفندي، 1968م).

ومع ذلك، فقد قام الفريق الذي ذهب إلى سنجار بقياس ارتفاع الشمس بإشراف بني موسى (صاييلي، 1995م). كونهم اختاروا توقيت دخولها في برج السرطان، ربما زيادة في دقة القياس وتفادياً للأخطاء المتوقعة من القياس (الارتيابات).

ويخبرنا ابن يونس المصري (توفي 399هـ/ 1009م) كيف جرى تنفيذ الخطة حيث قال: ذكر سند بن علي: أن المأمون أمره هو وخالد بن الملك المروذي أن يقيسا مقدار درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح كرة الأرض. قال: فسرنا لذلك جميعاً، وأمر علي بن عيسى الإسطرلابي وعلي بن البحتري بمثل ذلك، فسارا إلى ناحيةٍ أخرى. قال سند بن علي: فسرت أنا وخالد بن عبد الملك إلى ما بين واسط الرقة، وهي قرية غربي الفرات مقابل الرقة وتدمر، وقسنا هنالك مقدار درجة من أعظم دائرة تمرّ بسطح كرة الأرض فكان سبعة وخمسون ميلاً، وقاس علي بن عيسى وعلي بن البحتري فوجدا مثل ذلك، وقد ورد الكتابان من الناحيتين في وقت واحد بقياسين متفقين (الخوارزمي، 2009م).

طبعاً بدأت عملية القياس بالانطلاق من نقطة مركزية، حيث اتجهت المجموعة الأولى نحو الشمال واتجهت المجموعة الثانية نحو الجنوب وبذلك تغيرت الزوايا الرأسية للنجم القطبي بمقدار 1°. وقد جرى قياس المسافات باستخدام حبال طويلة معقودة، ويشير مؤرخون آخرون إلى قياس المسافة التي قطعها الفرسان في وقت معين، وقد جرى قياس المسافات بالأميال العربية بنتيجة مقبولة تبلغ $\frac{2}{3}$ 56 أميال عربية لـ 1°، والمكافئ لذلك (111073 كيلومتر) أي أن محيط الأرض وفقاً لقياساتهم بآلاتهم العلمية في ذلك الوقت قد بلغ (39986 كيلومتر)، وهي قريبةٌ جداً من القيمة الحالية (40000 كيلومتر) بفارق بسيط جداً قدره (14 كيلومتر فقط).

ويرى بعض المؤرخين أن كريستوف كولومبوس قد استخدم نتيجة فريق بعثة المأمون لكنه افترض أنّه أخذها بالأميال الإيطالية (الرومانية) وليس بالأميال العربية، لأنّ الفرق بينهما نحو 25٪ وهو صغير جداً. وبالتالي، فإن الإبحار غرباً من أوروبا نحو أمريكا باستخدام أرقامه سيتطلب السفر فقط 60° خط طول و 2750 ميل، بينما كان ينبغي أن يكون 220° و 12000 ميل. يمكن وضع العديد من السيناريوهات الأخرى، لكنها تشير ضمناً إلى أنّ المسافة المتجهة غرباً كانت أقصر بكثير بينما كانت في الواقع أطول بكثير. من المحتمل أنّ كولومبوس لم يقلل من حجم الأرض فحسب، بل بالغ أيضاً في تقدير حجم المنطقة المعروفة باسم العالم الصالح للسكن (Smith، 1997).



(الشكل **6.4**) يساوي ارتفاع نقطة الأوج في دائرة الاستواء السماوي تمام ارتفاع القطب الشمالي، وارتفاع القطب الشمالي يساوي عرض البلد. ولتحديد خط العرض φ يجب أن نعلم h ارتفاع الشمس الزوالي (أي ارتفاع الشمس عند مرورها فوق خط زوال مكان الراصد في يوم معين)، وكذلك يجب أن نعلم ميل الشمس δ في لحظة الرصد، ومن ثم يُحسب خط العرض من المعادلة الآتية التي تتحقق في مناطق الكرة الشمالية من الأرض:

$$\varphi = 90^\circ - (h - \delta)$$ (**كنيدي**، 2005م)

في الواقع، لقد طلب المأمون من فريق البعثة قياس عدة خطوط (ربما 4 خطوط) حول بغداد والرقة. ويرى الباحث أنور العقاد أنّ سبب طلب المأمون القيام بأكثر من قياس هو اعتقاده بأن «الأرض كرة غير منتظمة»، مخالفاً بذلك اعتقاد إيراتوسثينيس الذي قال بأنّ الأرض كرة نموذجية (العقاد، 1983م)، وإذا كان المأمون يقصد بها حالة التفلطح فعلاً، فإنه سيكون بهذا الافتراض قد سبق إسحق نيوتن، كما سبقه ثابت بن قرة أيضاً، مع فارق تحديد السبب بينهما؛ فقد قال نيوتن: «إنّ مادة الأرض لا تتأثر بالجاذبية نحو مركزها فحسب، وإنما تتأثر أيضاً بالقوة الطاردة المركزية الناشئة عن دورانها حول نفسها، وهذه القوة تبلغ ذروتها عند خط الاستواء» (علي، 1978م).

بحسب تقييم المؤرخ الفلكي الإيطالي كرلو نلينو للعملية التي قام بها فريق بعثة المأمون نراه يقول: «ولكن كما تبين مما أوضحته سابقاً لم يحصل الفلكي اليوناني القديم إلى ذلك الضبط في حسابه إلا بتقدير تقريبي ساعده عليه حسن الحظ والاتفاق، أما قياس العرب فهو أوّل قياسٍ حقيقي أجري كله مباشرةً مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشتراك جماعةٍ من الفلكيين والمسّاحين في العمل، فلا بد لنا من عِدَادِ ذلك القياس في أعمال العرب العلمية المجيدة المأثورة» (نلينو، 1993).

3.5.4 أحمد الفرغاني (القرن 3هـ/ 9م)

كانت فكرة الكون الممتلئ بالكامل فكرة قديمة، منذ أيام أرسطو وقبل أن يصدح بها ديكارت بفكرة (الأثير)، وهي قائمةٌ على مبدأ أنّ الطبيعة تكره الفراغ أو الخلاء. كما ذكرها برقليس (توفي 485م) Proclus على أنها شائعة إلى حد ما في عصره، وقد استخدمها أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني

(توفي بعد 237هـ /851م) لحساب الأبعاد النسبية لكرات الكواكب، إذْ قام بالدمج بين النتائج الزائفة فيما أصبح يُعتبر وجهة النظر العربية النموذجية للكون، هذه الأفكار المستمدة من كون مستحيل ديناميكياً، دفعته إلى تخيل أن النظام الكوكبي بأكمله يمكن أن يحيط به مجال نصف قطره لا يزيد عن 12000 ضعف نصف قطر الأرض؛ لكنّه ربما أراد من هذا الاقتراح أنْ يصبح النموذج البطلمي متوافقاً جزئياً مع نظام أرسطو، باستثناء أنّ مدارات الكواكب في السابق ليست متحدة المركز. ومع ذلك، وبسبب شعبية كتاب الفرغاني ونصوص عربية أخرى ذات طبيعةٍ مماثلةٍ إلى حدٍ كبيرٍ، فقد انتقل هذا الشكل المدمج من النظامين العالميين اليونانيين إلى العالم الغربي (King, 2000).

لقد حصل الفرغاني على الرقم الوراد أعلاه من طريقة قياس بعثة المأمون لمحيط الأرض والقيمة التي توصلوا إليها كما يحدثنا فيقول في «الفصل الثامن: في مساحة الأرض وقسمة الأقاليم السبعة العامرة منها. وبعد أن بينا الحال في المواضع المسكونة من الأرض فلنذكر مساحة بسيط جميع كرة الأرض ونصف حال الأقاليم العامرة منها في أطوالها وعروضها التي قسمت عليها من مدار الفلك ومن مساحة بسيط الأرض فنقول: إنّا بيّنا فيما تقدم أن مركز كرة الأرض هي مركز السماء فيجب أن تكون استدارتها موازية لاستدارة السماء، فإذا سرنا في الأرض في جهتي الجنوب والشمال على خط نصف النهار زاد في ارتفاع القطب الشمالي أو نقص منه بمقدار مسيرنا في الأرض، وإذا ضربنا حصة الدرجة الواحدة في دور الفلك الذي هو ثلاثمائة وستون درجة كان ما يجتمع من ذلك دور الأرض وهو عشرون ألفاً وأربعمائة ميل، وإذا قسم دور الأرض على ثلاثة وسبع كان ما يخرج مقدار قطر الأرض وهو ستة آلاف وخمس مائة ميل بالتقريب، وإذا ضربت القطر في الدور كان ما يجتمع من ذلك مساحة بسيط جميع الأرض مكسراً وهو مائة واثنان وثلاثون ألف ألف وستمائة بالتقريب» (الفرغاني، 1669م).

4.5.4 قسطا بن لوقا (القرن 4هـ/ 10م)

وضع بطلميوس في كتابه (الاقتصاص) أن محيط الأرض (180000 ستاديا). وقد اعتمد قسطا بن لوقا (توفي نحو 300هـ/ نحو 912م) هذه القيمة وأجرى حساباً بين من خلاله أنّ تلك القيمة، عندما تؤخذ بآلاف الأميال العربية، فإنها تعني أنّ كل درجةٍ أرضيةٍ واحدة تقابل $66 \frac{2}{3}$ ميلاً عربياً، وهي تزيد 10 أميال عن القيمة التي توصل إليها فريق بعثة المأمون. وهذا موقف غريب من قسطا بن لوقا أن يعتمد قيمة بطلميوس ولا يعتمد قيمة فريق بعثة المأمون، ربما كانت هناك أزمة ثقة فيما بينهم! أو ربما لأن قسطا –حسب ما يرى الباحث ريجيس مورلون R. Morelon– اقترح طريقةً رياضياتية أخرى لحساب محيط الأرض، وهي (طريقة الجبل) التي عاد واستخدمها البيروني مرةً أخرى؛ لكن هذه الطريقة صعبة عند التنفيذ لأنّ قيمة نتيجتها مرتبطة بقياسٍ دقيقٍ للزاوية، لكنها تتمتع بفائدة نظرية كبيرة (مورلون، 2019م).

5.5.4 محمد بن أحمد الخوارزمي (القرن 4هـ/ 10م)

قدّر محمد بن أحمد الخوارزمي (توفي نحو 387هـ/ 997م) أنّ «قطر الأرض سبعة آلاف فرسخٍ» (المقريزي، 1997م)، أي قيمته (41433 كيلومتر)، في حين أن قطر الأرض وفق بعثة فريق المأمون هو (12734.3949 كيلومتر) وهي كما نلاحظ أنه يزيد بـ (3.25 مرة). أيضاً لا نجد مبرراً لعدم اعتماد الخوارزمي لقيمتهم التي حسبوها لمحيط الأرض، وإنما اعتمد قيمة أرخميدس (7036 فرسخ).

6.5.4 إخوان الصفا (القرن 4هـ/ 10م)

قال إخوان الصفا: «وبعد الأرض من السّماء من جميع جهاتها متساو، وأعظم دائرة في بسيط الأرض (25455 ميلاً و 6855 فرسخاً)، وقطر هذه الدّائرة هو قطر الأرض (6551 ميلاً و 2167 فرسخاً) بالتقريب» (إخوان الصفا، (د.ت)).

وهذا يعني أن إخوان الصفا قد قدروا قيمة قطر الأرض بـ (12826.473 كيلومتر) وهي قريبة من القيمة الحديثة (12668 كيلومتر)، وقريبة من قيمة بعثة المأمون، لكنهم لم يذكروا مرجعهم في حساب هذه القيمة أو كيفية حسابها.

7.5.4 كوشيار الجيلي (القرن 5هـ/ 11م)

قدم كوشيار بن لبَّان الجيلي (توفي نحو 420هـ/ 1029م) رسالة (في الأبعاد والأجرام) باسم البيروني، لكن كوشيار هو من ألّفها، ويبدو أنه قدمها إهداءً لمعاصره البيروني عربون محبةٍ، وقد ورد في هذه الرسال فقرة تتناول حساب محيط الأرض وقطرها. وهي تمثل –كما يقول سزكين– جزءاً من (الزيج الجامع) الذي ألفه كوشيار (سزكين، الرياضيات، 2002)، لكننا رجعنا إلى (الزيج الجامع) لكوشيار بإصداره المحقق حديثاً (Benno Van Dalen، 2006) ولم نعثر على النص المتعلق بتقدير محيط الأرض. لذلك فإننا نرجّح أنها رسالة مستقلة عن الزيج وهي مهداة للبيروني وليست من أعمال البيروني.

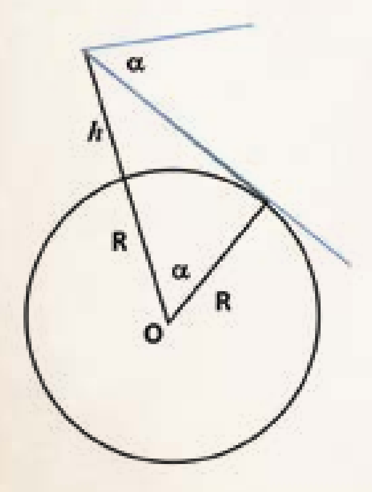
يقول كوشيار: «لما كانت الأرض في وسط السماء واستدارة سطحها موازيةً لاستدارة السماء صار الواحد منا إذا سار تحت دائرةٍ من دوائر نصف النهار نحو الشمال والجنوب ارتفع قطب معدل النهار أو انخفض بحسب المسافة التي يقطعها السائر، فوجد حصة الدرجة الواحدة من المسافة على سطح

الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل على قياسات بطلميوس، الميل ثلاثة آلاف ذراع، الذراع ستة وثلاثون إصبعاً، الإصبع ست شعيرات مضمومة بطون بعضها إلى بعض، فإذا ضُرِبَ حصة الدرجة الواحدة وهو ستة وستون وثلثين في ثلاثمائة وستين بلغ استدارة الأرض تحت دائرة واحدة أربعة وعشرون ألف ميل. وقد بين أرشميدس أن نسبة قطر كل دائرة إلى محيطها كنسبة السبعة إلى اثنين وعشرين بالتقريب وهو واحد من ثلاث وسبع، فإذا ضربنا أربعة وعشرين ألفاً في سبعة وقسمناه على اثنين وعشرين حصل قطر الأرض سبعة آلاف وستمائة وست وثلاثون ميلاً، ونصف قطرها ثلاثة آلاف وثمانمائة عشر ميلاً وينصف قطر الأرض بقياس سائر الأبعاد وبجرمها سائر الأجرام» (الجيلي، 1943م).

8.5.4 البيروني (القرن 5هـ/ 11م)

مع كل الجهود الكبيرة التي قام بها فريق بعثة المأمون في قياس محيط الأرض، فإنّ أبا الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م) لم يكن راضٍ عنها. فقد اطلع على كل الروايات التي تحدثت عن جهود فريق البيروني، وقارن فيما بينها وحاول أن يتحقق منها ووصل إلى نتيجةٍ مفادها أنهم غير متفقين على رأي واحد (الفندي، 1968م). ولعل هذا هو السبب الذي دفع البيروني لوضع طريقته (التي تسمى حالياً طريقة انحطاط الأفق المرئي Horizon depression method) (السويسي، 1985م) لقياس نصف قطر الأرض في كتابه (تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن). ويقصد بالانحطاط: الزاوية التي تقع تحت خط الأفق. وقد اختار وقت قياسها عند مغيب الشمس، حيث تكون حدّة أشعة الشمس مكسورة تماماً، إضافةً لتجنب أخطاء الرصد الناجمة عن انكسار أشعة الضوء في الغلاف الجوي للأرض. وقد افترض وجود جبلٍ بمحاذاة البحر، وعندما تغيب الشمس يمكن للمرء

قياس الزاوية التي يصنعها رأس الجبل مع خط الأفق (α)، ثم قاس الارتفاع العمودي للجبل (h)، ومنه استخرج نصف قطر الأرض كما في (الشكل 4.7) الآتي:



$$\cos\alpha = \frac{R}{R+h}$$

$$R.\cos\alpha + h.\cos\alpha = R$$

$$R = \frac{h.\cos\alpha}{1-h.\cos\alpha}$$

(الشكل 4.7)

وبعد إجراء تطبيقٍ عملي حصل البيروني على القيمة: 25000 $\frac{2}{7}$ ميل، وهي قيمةٌ قريبةٌ من القيمة الحالية (غصيب، 1993م)، لأنّ البيروني اعتبر أنّ كوكب الأرض كرة مثالية، في حين أنّها بيضوية الشكل وليست تامة الكروية. وقد طبّق البيروني هذه الطريقة عملياً في شمال دابستان من مقاطعة جرجان، لكنّه لم يتمكن من الوصول إلى نتيجةٍ مرضيةٍ نظراً لعدم توفر مساعدين له ولوجود صعوباتٍ أخرى، ومع ذلك لم ييأس وإنما حاول مرة أخرى في الهند بقلعة ناندانا (تقع على بُعد 8 كيلومتر من ذاريالا، غربي باكستان اليوم، حيث جعل البيروني عرضها (°32) شمالية، وهي حسب مصلحة قياس الأراضي بباكستان (′43 °32 شمالاً)) ونجح هناك بشكلٍ كبيرٍ (نصر، 1991م).

(الشكل **8.4**) تقع ناندانا، في مقاطعة هيلوم في باكستان، وهي تبعد حوالي 110 كيلومتر جنوب إسلام أباد. عند ناندانا توجد القمة التي أجرى فيها البيروني أرصاده. هذه القمة على ارتفاع (479 متر) فوق مستوى سطح البحر، عندما يسمح الجو برؤية الأفق إلى الجنوب، فإن خط الرؤية سيكون ملامساً للأفق عند نقطة التي علوها يكون أصغر بمقدار يساوي تقريباً إلى زاوية الانحطاط، وهي نحو ثلاثون وحدة أو بنحو 55 كيلومتر إلى الجنوب (Mercier، 1992).

شرح البيروني طريقته مرةً أخرى في استخدام الجبل المشرف على بحرٍ أو أرضٍ منبسطةٍ في (كتاب الاسطرلاب) من أجل حساب محيط الأرض ونصف قطرها (البيروني، كتاب الاسطرلاب، مخطوطة مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-672)، ص 43و – 43ظ.)، لكننا وجدنا من حديث البيروني أن سند بن علي (توفي في النصف الثاني من القرن 3هـ/ 9م)، قد استخدم هذه الطريقة عندما كان برفقة المأمون في غزوته، لذلك نرجح أن قسطا بن لوقا (الذي توفي نحو 300هـ/ نحو 912م، بعد سند) قد أخذها عن سند بن علي، ومن ثم أخذها البيروني عنهما. بمعنى آخر فإن أصل فكرة (طريقة الجبل) تعود لسند بن علي وليس للبيروني كما هو شائع.

تكمن أهمية طريقة سند بن علي التي شرحها البيروني وطوّرها بأنّها تحدد طول خط الاستواء من خلال انحطاط أشعة الشمس (سزكين، علم الفلك، 2002م).

ومن باب المقارنة بين جهود فريق المأمون وجهود البيروني، فإنها تذكرنا بعبارة أطلقها الكاتب الفرنسي فولتير (توفي 1778م) Voltaire عندما قارن بين عمل فريق البعثة الفرنسية وعمل نيوتن حيث قال: «لقد وجدوا بعد كدٍ طويل، ما وجده نيوتن دون مغادرة منزله» (Smith، 1997). فنحن نعتبر مكانة البيروني العلمية في الشرق بمنزلة نيوتن في الغرب، فهو توصل لطريقته دون أن يغادر منزله، ولكنه غادره ليتحقق منها تجريبياً بنفسه، وفي النهاية اعتمدت طريقة البيروني ولم تُعتمد طريقة فريق المأمون.

وقد اكتشف الباحث رايموند ميرسر أنّ البيروني ما كان لينجح في حساباته لمحيط الأرض لولا أنّه طبّق طريقة التثليث –التي ستُنسب للفرنسي جان بيكارد لاحقاً– عندما أراد تحديد خط طول مدينة غزنة، معتمداً على معرفته لقيمة خط العرض والمسافات التي قدمها له المسافرون.

فقد تمكّن البيروني من القيام بالتحويل المثلثاتي للمسافات التي قدمها له المسافرون إلى إحداثيات حقيقية، وقام بذلك وفق سلسلةٍ من الخطوات الموضحة وفق الطريقة الآتية: في الخطوتين الأولى والثانية بدأ القياس من بغداد إلى شيراز، وفي الخطوات: 3، 4، 5، خصصها من بغداد إلى الري إلى الجرجانية إلى غزنة. طبعاً كان البيروني يتوقع أن لا يكون مسار المسافرين مستقيماً كما هو مرسوم على الخريطة، وإنما قد يضطرون لاتباع مسارٍ ملتوٍ، ولذلك كان يطرح النسبة ($\frac{1}{10}$) أو ($\frac{1}{6}$) حسب معرفته بالتضاريس والمدى الذي بلغه المسافر، وقد استطاع تحصيل الاختلافات بين خطوط الطول من خلال معرفته بخطوط العرض لكل زوج من المدن مع البعد المباشر بينهما، وقد حصل البيروني على الفرق في خط الطول بين بغداد وغزنة بالقيمة 19،14;24 بينما الفرق الحقيقي الحالي هو 2;24 (Mercier، 1992)، وهو فارق بسيط يكاد لا يذكر نظراً لاختلاف التقنيات بين عصر البيروني وعصرنا الحالي.



(الشكل **9.4**) لقد طبق البيروني طريقة (التثليث) التي تنسب لبيكارد بين بغداد وغزنة؛ حيث إنّه رتب تثليثه للمنطقة بين بغداد وغزنة ليتتبع مسارين مستقلين، خلال الري (قرب طهران) وجورجانية (قرب أورغينش) إلى غزنة، وأيضاً من خلال شيراز في جنوب بلاد فارس. في كتاب (تحديد نهايات الأماكن) يقسم الطريق بين شيراز وغزنة إلى عدد من الخطوات الأقصر، المسافات على طول هذه الطرقات كانت مأخوذة من تقارير المسافرين، بينما حُسبت خطوط العرض بشكل دقيق من وسائل فلكية (Mercier، 1992).

إنّ الطرائق المطوّرة التي قدمها البيروني في قياس محيط الأرض وقطرها، وغيرها من الأساليب الرياضياتية الجديدة التي استخدمها في مؤلفاته الفيزيائية والفلكية جعلت المؤرخ سيد حسين نصر يعتبره «مؤسس الجيوديسيا» (نصر، 1991م). ونحن نتفق معه إلى حدّ كبير في هذا الاعتبار، فقد شهدنا له الكثير من المواقف التي تجرّأ وعارض فيها بشكلٍ علمي ومنطقي الكثير من طروحات وأفكار أرسطو قبل أن يقوم بذلك كوبرنيكوس وغاليليو في أوربا بقرون، وقد صدق محقق أعماله المستشرق الألماني كارل إدوارد سخاو (توفي 1930م) K. E. Sachau، ولم يبالغ، عندما قال في حقه «إنه أعظم عقلية في التاريخ».

9.5.4 أبو عبيد البكري (القرن 5هـ/ 11م)

تكلم أبو عبيد البكري الأندلسي (توفي 487هـ / 1094م) عن طريقة فريق بعثة المأمون في حساب محيط الأرض، لكن دون أية إضافةٍ جديدة. حيث قال: «وذكر (حسين المنجم) صاحب كتاب الزيج عن خالد بن عبد اللّه المروزي أنه رصد الشمس للمأمون ببرية ديار ربيعة برية سنجار فوجد (مقدار) درجة من الفلك ستة وخمسين ميلاً من الأرض، فضرب العدد في ثلاثمائة وستين، فانتهاء ذلك عشرون ألفاً ومائة وستون ميلاً (فهو دور كرة الأرض المحيطة بالبر والبحر؛ فقطرها على هذا ستة آلاف وأربعمائة وأربعة وعشرون ميلاً ونصف (ميل ونصف) عشر بتقريب»، «وقد زعم (بطلميوس صاحب) المجسطي أنّ دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألفاً وثلاثون ميلاً وأنّ قطرها (وهوا 1)». «وقد بين أهل العلم بالهندسة بغير وجه من البراهين أنّ الأرض ثابتة في وسط العالم قائمة في مركزه لا حركة لها في ذاتها وأنها مستديرة الشكل» (البكري، 1992م).

10.5.4 الزُّهري الغرناطي (القرن 6هـ/ 12م)

الأمر الغريب هو عودة محمد بن أبي بكر الزهري الغرناطي (توفي بعد 541هـ/ 1154م) إلى قيمة هرمس في تحديد قطر الأرض، أي (9 آلاف ميل)، وليس إلى قيمة فريق بعثة المأمون الذي توصل إليها قبل أكثر من 300 سنة من وفاة الغرناطي.

قال الغرناطي: «اتفق جميع الفلاسفة أنّ تكسير الأرض أربعة وعشرون ألف (24000) فرسخ، وهي من الأميال اثنان وسبعون ألف (72000) ميل. وإنما أخذوا تكسير كرة الأرض من تكسير كرة الفلك، وذلك أنّ كرة الأرض تدور بها كرة الفلك، وفي الفلك ثلاثمائة وستون (360) درجة، ويقطع الدرجة

خمسة وسبعون (75) ميلاً، وذلك ما يمشي الماشي في اليوم والليلة، كما تقطع الشمس درجها في اليوم والليلة، ويكون دور الأرض على هذا الحساب سبعة وعشرين ألف (27000) ميل، وذلك ثلاثة أثمان التكسير على أقرب تقريب، وإذا كان تكسيرها أربعة وعشرين ألف فرسخ ودورها سبعة وعشرين ألف ميل وجب أن يكون قطرها تسعة آلاف ميل، وذلك ثلث الدور على أقرب التقريب والله أعلم» (الزهري الغرناطي، (د.ت)).

11.5.4 سبط ابن الجوزي (القرن 7هـ/ 13م)

لم يضف سبط ابن الجوزي (توفي 654هـ / 1256م) أي جديد على قيم حجم الأرض أو قطرها، إلا أنه قام بجمع مختلف الروايات عن القيم المختلفة التي تداولها الجغرافيون والفلكيون المعاصرون والسابقون له (ابن الجوزي، 2013م).

12.5.4 مؤيد الدين العُرَضي (القرن 7هـ/ 13م)

وكذلك حال الفلكي مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م) لم يأخذ بقيمة قطر الأرض التي وضعها فريق بعثة المأمون وإنما تبنى أيضاً قيمة أرخميدس (7636.36 ميل) (العُرَضي، 1995م).

13.5.4 ابن خلكان (القرن 7هـ/ 13م)

لقد قدم لنا ابن خلكان (توفي 681هـ / 1282م) رواية عن تقديرات محيط الأرض عند أحد الحُسَّاب (لم يذكر اسمه)، لكنه اعتمد قيمة هرمس

أيضاً لقطر الأرض مع تقريبها إلى 8 آلاف ميل، ففي الحوار الذي جرى بين ابن خلكان وأحد الحسّاب في الإسكندرية الذي حسب له عدد حبات القمح التي طلبها صصه الهندي مخترع الشطرنج، إذْ قال له: « تعلم أنّه ليس في الدنيا مدنٌ أكثر من هذا العدد (16384)، فإنّ دور كرة الأرض معلوم بطريق الهندسة، وهو ثمانية آلاف فرسخ، بحيث لو وضعنا طرف حبل على أي موضع كان من الأرض وأدرنا الحبل على كرة الأرض حتى انتهينا بالطرف الآخر إلى ذلك الموضع من الأرض والتقى الطرفان فإذا مسحنا ذلك الحبل كان طوله أربعة وعشرين ألف ميل، وهي ثمانية آلاف فرسخ، وهو قطعي لا شك فيه» (ابن خلكان، 1972م).

كما حدّثنا ابن خلكان عن رواية الرصد المأموني عندما ترجم لأبي عبد اللّه بن موسى بن شاكر وإخوته. ويرى نلينو أنّ رواية ابن خلكان يكتنفها الكثير من الخطأ والخلط؛ إذْ الخليفة المأمون لم يُسند أمر حساب محيط الأرض إلى بني موسى وإنما إلى الفلكيين أصحاب الزيج الممتحن (نلينو، 1993م).

14.5.4 ابن كمونة (القرن 7هـ/ 13م)

ذكر سعد بن منصور بن كمونة (توفي 683هـ/ 1285م) كيفية قياس محيط الأرض وقيمته نقلاً عمن سبقه. حيث قال: «ودور الكرة التي هي مجموع الأرض والماء، على ما امتحن بالسير في أرضٍ مستوية، حتى ظهر من جهة السير درجةً من الفلك، وخفي من مقابلها مثلها، فكان حصة الدرجة من الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، هو أربعة وعشرون ألف ميل، كل ميل أربعة آلاف ذراع، كل ذراع أربعة وعشرون إصبعاً، كل إصبع ست شعيرات، بطون بعضها إلى ظهور بعض. وذلك إنما هو على وجه التقريب، ومنه يُعلم مقدار قطرها ومساحتها تقريباً» (ابن كمونة، 1982م).

15.5.4 المقريزي (القرن 9هـ/ 15م)

مرّ أحمد بن علي بن عبد القادر المقريزي (توفي 845هـ/ 1441م) على طريقة حساب محيط ونصف قطر الأرض مرور الكرام، كما وردت عند السابقين دون إضافة الجديد. وقد قال: «والطريق في معرفة مساحة الأرض أنا لو سرنا على خط نصف النهار من الجنوب إلى الشمال بقدر ميل دائرة معدل النهار عن سمت رؤوسنا إلى الجنوب درجة من درج الفلك التي هي جزء من ثلاثمائة وستين جزءاً، وارتفع القطب علينا درجة نظير تلك الدرجة فإنا نعلم أنا قد قطعنا من محيط جرم الأرض جزءاً من ثلاثمائة وستين جزءاً، وهو نظير ذلك الجزء من الفلك، فلو قسنا من ابتداء مسيرنا إلى انتهاء مكاننا الذي وصلنا إليه حيث ارتفع القطب علينا درجة، فإنا نجد حقيقة الدرجة الواحدة من الفلك قد قطعت من الأرض ستة وخمسين ميلاً، وثلثي ميل عنها خمسة وعشرون فرسخاً فإذا ضربنا حصة الدرجة الواحدة، وهو ما ذكر من الأميال في ثلاثمائة وستين خرج من الضرب عشرون ألفا، وأربعمائة ميل، وذلك مساحة دور الأرض فإذا قسمنا هذه الأميال التي هي مساحة دور الأرض على ثلاثة وسبع خرج من القسمة ستة آلاف وأربعمائة، وأربعون ميلاً، وهي مساحة قطر الأرض، فلو ضربنا هذا القطر في مبلغ دور الأرض، لبلغت مساحة بسط الأرض بالتكسير مائة ألف ألف واثنين وثلاثين ألف ألف وستمائة ألف (132600000) ميل بالتقريب» (المقريزي، 1997م).

16.5.4 سلامش بن كند غدي الصالحي (كان حياً بين القرنين 9-8هـ/ 16-15م)

لم يضف سلامش الجديد على ما قاله السابقون عليه في حسابات محيط الأرض وقطرها، حيث قال: «وقال بطلميوس إن استدارة الأرض كلها جبالها

وبحارها أربعة وعشرون ألف ميل، وأن قطرها وهو عرضها وعمقها سبعة آلافٍ وستمائةٍ وستةٌ وثلاثون ميلاً، وذلك أنّه أُخِذَ ارتفاع القطب الشمالي في مدينتين هما على خط واحد من خط الاستواء مثل مدينة تدمر التي في البرية بين العراق والشام، ومثل مدينة الرقة فكان ارتفاعه في تدمر أربعة وثمانين جزءاً، وفي الرقة خمسةً وثمانين جزءاً، فمسحوا ما بين البلدين فوجدوه سبعةً وستون ميلاً؛ فالظاهر من الفلك سبعةً وستون ميلاً من الأرض والفلك ثلاثمائة وستون جزءاً، وسألهم المأمون كيف بلغ دور الأرض أربعة وعشرين ألف ميل، فقالوا مسحنا ما بين البلدين فكان سبعة وستين مجبوراً، وبالتحرير ستة وستين وثلثي ميل، فإذا ضربناها في درج الفلك وهي ثلاثمائة وستون جزءاً بلغت أربعةً وعشرين ألف ميل» (ابن كندغدي، البستان في عجائب الأرض والبلدان، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2212) 2و- 2ظ).

17.5.4 ابن سباهي زادة (القرن 10هـ/ 16م)

بعد أن سرد محمد بن علي الرّوميّ الحنفيّ البروسويّ المعروف بابن سباهي زادة (توفي 997هـ/ 1589م) الفروقات بين قياسات بطلميوس وقياسات فريق بعثة المأمون نجده يسلط الضوء على قضية مهمة فعلاً هي الاختلاف في قيمة وحدات القياس (الذّراع والميل والفرسخ)، وأنها السبب الذي يخلق هذا الاختلاف بين القدماء والمحدثين (ابن سباهي، 2006م).

18.5.4 الوزير السراج (القرن 12هـ/ 18م)

أورد أبو عبد الله محمد بن محمد الأندلسي المعروف باسم الوزير السرّاج (توفي 1149هـ/ 1736م) رواية مختلفة عن الروايات السابقة في قصة



بعثة المأمون، وهي أنّ خالد بن عبد الله المروزي قام لوحده برصد الشمس، وليس نجم القطب الشمالي أو الجنوبي، وحسب من خلاله الدرجة الأرضية، وحصل على قيمة المحيط (26160 ميل) أما القطر فهو (6414 ميل) تقريباً. ثم تكلم عن قياس فريق بعثة المأمون، وقد يكون الرصد الذي قام به المروزي منفصلاً عن رصد فريق بعثة المأمون، فهو لم يكن في صحراء سنجار وإنما في برية ربيعة وسيحان، لكننا نشك في هذه الرواية لأنها تتعارض مع الكثير من الروايات السابقة، كما أنه من الصعوبة بمكان أن يقوم شخص لوحده بعملٍ من هذا النوع.

قال الوزير السرّاج: «وذكر صاحب كتاب الزيج عن خالد بن عبد الله المروزي أنه رصد الشمس للمأمون ببرية ديار ربيعة وبرية سيحان فوجد مقدار درجة من الفلك ستة وخمسين ميلاً من الأرض فضرب العدد في ثلاثمائة وستين ميلاً فانتهى ذلك عشرين ألفاً ومائة وستين ميلاً، فهو دورة كرة الأرض المحيطة بالبر والبحر، فقطرها على هذا ستة آلاف وأربعمائة وأربعة عشر ميلاً ونصف عشر بتقريب، والمعمور نصف هذا القدر، والقطر من خط الاستواء إلى الشمال ومنتهى العمران في الشمال جزيرة قول في برطانية (بريطانية>، وفي الجغرافيا أنّ عدد هذه الأرض المعمورة عشرة آلاف ميل وخمسمائة وثلاثون ميلاً، وأنّ عدد البحار المحيطة بالأرض خمسةٌ وجميع العيون الكبار مائتان وثلاثون عيناً، والأنهار الكبار الجارية مائتان وتسعون. وذكر أنّ طول كل إقليم من الأقاليم السبعة تسعمائة فرسخ في مثلها، وقد زعم صاحب المجسطي أنّ دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألفاً وثلاثون ميلاً، وأنّ قطرها وعمقها سبعة آلاف وستمائة وتسعة وثلاثون ميلاً، وقال غيره هي سبعة آلاف، وأنهم أدركوا ذلك بأن أخذوا ارتفاع القطب الشمالي في مرتين على خط واحد على أن يكونا جميعاً واقعين على خط نصف النهار فيتفقان في الطول ويختلفان في العرض مثل الاتفاق الذي وقع بين تدمر في بر العراق والرقة فوجدوا ارتفاع القطب الشمالي في الرقة خمسة وثلاثين

وفي مدينة تدمر أربعة وثلاثين وثلثاً، ثم مسحوا مسافة ما بينهما فوجدوه تسعة وثمانين فوجب أن يكون مقدار الدرجة من الفلك في الأرض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل للتقريب» (الوزير السراج، 1870م).

19.5.4 إسماعيل المزاري (القرن 14هـ/ 19م)

حتى مع الاقتراب من أواخر القرن التاسع عشر نجد إسماعيل بن عودة المزاري (توفي بعد 1315هـ/ 1897م) يكرر روايات فريق بعثة المأمون وما قاموا به، لكنه أشار إشارةً مهمة هي أن الغرب تعلموا من بعثة المأمون طريقة العمل والقياس هذه، لكن طبعاً مع أداوتٍ متقدمة أكثر، فقد استخدموا سلاسل الحديد بدل الحبال، كما استخدموا البوصلة بدلاً عن الإسطرلاب (المزاري، 1990م).

20.5.4 مؤلف مجهول (القرن 14هـ/ 19م)

أكّد مؤلف عربي مجهول في كتابه (الجغرافية)، الذي يعود للقرن 19م، أنّ عادة قياس محيط الأرض وقطرها كانت سابقة على المأمون؛ فقد قام بها عدد من ملوك الأرض. حيث قال: «مثال ذلك بعد أن حرروا مقادير مساحة كرة الأرض وسطحها وبحارها وجزائرها المشهورة ومواقع مدنها إلى غير ذلك مما اعتنى بتحريره أفاضل الملوك كأفريدون وأردشير والاسكندر وبطلميوس والخليفة المأمون رحمه الله تعالى» (مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185) 2 و).

ثم أورد لنا ما قاله البيروني، دون أيّ تعليق أو إضافة على قوله: «وقال أبو الريحان الخوارزمي في مقدار جرم الأرض ومساحتها طول قطر الأرض

بالفراسخ ألفان ومائة وثلاثة وستون فرسخاً وثلثا فرسخ، ومساحة سطحها أربعة عشر ألف ألف فرسخ وسبعمائة ألف فرسخ وأربعة وأربعون ألف فرسخ ومائتان واثنان وأربعون فرسخاً وخمس فراسخ، قال: وكل ثلاث فراسخ بريد من البرد وكل فرسخ ثلاثة أميال، وكل ميل أربعة آلاف ذراع، وكل ذراع ثمان قبضاتٍ بأربع أصابعٍ من الكف من الكف غير الإبهام، وهو أيضاً ثلاثة أشبارٍ بالشبر التام وخطوة من خطى الرجال المتوسطة تقريباً والأصبع ستة شعيراتٍ متلاصقات ببطونها والشعيرة الواحدة ستة شعراتٍ من شعر الخيل. قال ومقدار هذا الذراع بالقراريط أربعةً وعشرون قيراطاً والقيراط بقدر المفصل من الإصبع الوسطي تحقيقاً، قال: وكل درجة فلكية فحصتها من الأرض تسعة عشر فرسخاً، وذلك ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل» (مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185)، 2و – 4ظ).

6.4 الأوربيـــــــون

في الواقع ليس بين أيدينا ما يكفي من الوثائق التي تؤكد أنّ (طريقة التثليث) التي قام بها البيروني قد انتقلت بطريقةٍ أو بأخرى إلى علماء الغرب، أو أنّ علماء الغرب قد أعادوا اكتشافها من جديد كما هو الحال في الكثير من الاكتشافات العلمية والاختراعات؛ لكن من المؤكد أنّ طريقة المأمون قد عرفها العلماء الأوربيون وقلدوها كما ذكر ذلك إسماعيل بن عودة المزاري سابقاً.

لقد كان القرنان السادس عشر والسابع عشر نقطة تحول كبيرة في معظم جوانب العلوم في العالم الغربي، وينطبق هذا أيضاً بدرجةٍ كبيرة على الجيوديسيا، فقد حدثت تطورات في أجهزة القياس - بما في ذلك التلسكوب، والورنية، ومقياس الحرارة، والبارومتر - وفي تقنيات الحوسبة مثل الجداول اللوغاريتمية والمثلثاتية التي فتحت الطريق أمام إدخال وتطوير طريقة التثليث في عمليات المسح. وقد طرح جيما فريسيوس (توفي 1555م) G. Frisius، في منشور له عام 1533م، مبادئ التثليث، لكن من غير المؤكد ما إذا كان قد وضعها بالفعل موضع التنفيذ. المخطط الذي أوضحه لم يكن ملاحظاً بالتأكيد، وقد جرى تطوير هذه التقنية بشكل أكبر بواسطة تيخو براهي (توفي 1601م) T. Brahe في أواخر القرن السادس عشر، ولكن المَعْلَمَ الحقيقي في تطوير طريقة التثليث كان التقنية التي استخدمها ويلبرد سنيل (توفي 1626م) W. Snellius في عشرينيات القرن السادس عشر. وقد لاحظ سنيل أن بين بيرخن أوب زووم وألكمار في هولندا، مخطط تثليث مع خمسة خطوط أساسية في محيط ليدن. انحرفت هذه التقنية عن جميع المقاييس القوسية السابقة حيث يمكننا تحديد المسافة بين النقاط الطرفية بشكل غير مباشر وليس بشكل مباشر، أي بدلاً من قياس أكثر من 100 كيلومتر بواسطة شريط أو حبل، كل ما هو مطلوب هو قياس خط واحد على الأقل

بدقة شديدة (في حالة سنيل، متوسط الخطوط 1300 متر) لحساب طول قوس يبلغ نحو 130 كيلومتر، وفي نحو عام 1525م، قاس جان فيرنيه (توفي 1558م) J. Fernel قوساً قيمته 1° بين باريس وأميان باستخدام دورات عجلة النقل لتحديد المسافة. بالنسبة لزاويته، قاس أولاً ارتفاع الشمس في منتصف النهار. ثم قام بعد ذلك بحساب الارتفاع عند نقطة 1° أبعد شمالاً وسافر في هذا الاتجاه حتى وجد موضعاً يكون قادراً على ملاحظة هذه القيمة، (كان هناك خطأ بسيط في حسابه، وهذا متوقع). وقد وجد أنّ البُعد بين هاتين النقطتين هو 68.096 ميلاً إيطالياً. هناك بعض الشكوك حول المعادل الدقيق للميل الإيطالي في الوحدات الأخرى مثل تواز Toise، مع أنّه يؤخذ عموماً على أنّ الميل الإيطالي يساوي 56746 تواز. وفي عام 1669م، استعان آبي جان بيكار (توفي 1682م) J. Picard بالتلسكوب لرصد ارتفاعات النجوم وزوايا التثليث، في تلك المرحلة، أصبح عمل المراقبة مشابهاً من حيث المبدأ ما كان ينجز في الربع الأخير من القرن العشرين من استخدام للأقمار الصنعية ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، وباستخدام القضبان الخشبية، قاس بيكار خطين أساسيين من 5663 و 3902 تواز (110.78 و 7605 متر) على مثلثه من مالفويسين بالقرب من باريس إلى سوردون بالقرب من أميان، وقال إنّ 1° يساوي 57060 تواز (أي 111210 متر) (Smith، 1997).

بحلول نهاية القرن السادس عشر وأوائل القرن السابع عشر، جرت العديد من القياسات والحسابات المتضاربة فيما يتعلق بشكل الأرض في أوروبا، وقد أثر هذا التضارب بدوره على تقديرات حجم الأرض، بالتزامن مع تأسيس الجمعية الملكية في لندن والأكاديمية الملكية للعلوم في باريس، توجهت البعثات الأوروبية إلى الخارج. كان لها اختصاصات واسعة، مثل ملاحظات اهتزازات الرّقّاص (البندول Pendulum) على ارتفاعات مختلفة وفي خطوط عرض مختلفة، والتغير في سرعة الصوت وتغير الضغط الجوي مع الارتفاع. اقترحت هذه الملاحظات، جنباً إلى جنب مع نظريات إسحاق نيوتن، أنّ

الأرض يجب أن تكون مسطّحة عند القطبين ومنتفخة عند خط الاستواء. بالتوازي مع هذه الأنشطة تقريباً، جرى قياس العديد من الأقواس الطويلة في فرنسا بتوجيه من عائلة كاسيني Cassini family، التي شغلت مناصب في إدارة مرصد باريس على مدى أربعة أجيال. اقترحت جميع قياسات القوس الفرنسي تسطيحاً استوائياً بدلاً من التسطيح عند القطبين. وهنا طُرح تساؤل: كيف يمكن أن تجادل النظرية مثل هذا الدليل القاطع؟ كما سنرى، فقد نتجت التناقضات بسبب عدم كفاءة الأجهزة المتاحة، والتي لم تكن قادرة على اكتشاف التغييرات الصغيرة ذات العلاقة، وكان هذا جدلاً علمياً بامتياز - كما وصفه البعض بأنه أشبه بمعركة بين شكل اليقطين وشكل البيضة. الأسماء التقنية المعطاة للأشكال المتنافسة هي شبه كروي مفلطح oblate sphuroid لوجود تسوية عند القطبين، وشبه كروي متطاول prolatr spheroid لوجود إستواء عند خط الاستواء. بالنسبة لأي قيمة زاوية معينة، سيزداد طول القوس المكافئ باتجاه خط الاستواء للحصول على شبه كروي متطاول ويزيد باتجاه القطبين لقيمة شبه كروي مفلطح (Smith, 1997).

لحل النقاش، اقترح في أوائل ثلاثينات القرن الثامن عشر، على الأكاديمية في باريس إرسال بعثة استكشافية إلى أقرب مكان من خط الاستواء لقياس قوس طويل، ويجب أن تقترب رحلة استكشافية ثانية من القطب الشمالي قدر الإمكان للقيام بالشيء نفسه، يجب أن يثبت وجود قوسين منفصلين على نطاق واسع أنهما حاسمان: إذا كان طول أحد القوسين 1° بالقرب من القطب الشمالي أكبر منه بالقرب من خط الاستواء، فإن هذا يثبت صحة نظرية نيوتن؛ وإذا كان العكس، فإن كاسيني سيكون على حق. لذلك ذهبت مجموعتين من الأكاديميين: إحداهما إلى البيرو (حالياً الإكوادور) والأخرى إلى حدود السويد وفنلندا في جنوب لابلاند، كان من بين هذه الفرق العديد من مشاهير علماء ذلك العصر: فقد ذهب بيير بوغر (توفي 1758م) P. Bouguer وتشارلز ماري دي لا كوندامين (توفي 1774م) Ch. M.

de La Condamin إلـى البيـرو في فريق ضـم ضابطين مـن البحرية الإسـبانية؛ وذهـب بيير لويس دي موبيرتـوي (تـوفي 1759م) P. L. de Maupertuis وأليكسـي كلـود كليـرو (تـوفي 1765م) A. C. Clairaut وأنـدرس سيلسـيوس (تـوفي 1744م) A. Celsius إلـى لابلانـد (Smith, 1997).

وقـد أثبتـت نتائجهـم بشـكل مقنـع أنّ إسـحاق نيوتـن كان علـى صـواب وأن عائلة كاسيني على خطـأ، وقد قـال الكاتب الفرنسـي السـاخر فولتيـر في ذلـك الوقـت لموبيرتـوي «لقـد سـطّح كاسـيني الأرض». وكتـب موبيرتـوي في رسـالة إلـى عالـم الفلـك البريطانـي جيمـس برادلـي (تـوفي 1762م) J. Bradley يقـول لـه فيهـا: «وهكـذا يـا سـيدي، فـإنّ الأرض مفلطحـة، وفقـاً للقياسـات الفعليـة، كما عثرنـا عليها بالفعل بموجب قانـون سـتاتيكس Staticks: وهـذا التسـطيح يبدو أكثـر أهمية مما اعتقده السـير إسحاق نيوتـن». فقد كان شـعاعا الأرض الرئيسـيين المحسـوبين مـن نتائـج هـذه البعثـات همـا 6376.45 و 6355.88 كيلومتـر، ومـن ناحيـة طـول درجـة قوسـية واحـدة، فـإن هـذا يعطـي فرقـاً قـدره 1350 متـراً فقـط كل 111 كيلومتـر، ليـس مـن المسـتغرب أنّ الأخطـاء الكامنـة في معدات وتقنيات كاسيني قد طغت على المقدار الصغيـر الـذي كانـوا يحاولـون حلّـه (Smith, 1997).





الفصل الخامس

قياس أبعاد الأشياء عن سطح الأرض

Measuring the dimensions of objects from the earth's surface

1.5 مقدمة

يمكننا اعتبار الأرض مسطحةً فقط لمساحة محدودة لا تتجاوز عدة كيلومترات، أما أكثر من ذلك فإنّ تحدب الأرض يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في العمليات المساحية (العقاد، 1983م). حيث ينحني سطح الأرض بمعدل سنتيمتر واحد كل 50 متر، وهذا المقدار له أهميته في الحسابات الجيوديسية للأرض وفي تنفيذ المشروعات الهندسية على مسافات طويلة مثل أعمال الري الكبرى ومد خطوط سكك الحديد وغيرها (علي، 1978م).

وقد أمكن للعلماء قياس ارتفاع الأشياء عن مستوي سطحها، مثل ارتفاع رأس منارةٍ أو جبلٍ، أو حتى أقصى بُعد للغلاف الجوي المحيط بالأرض. منذ أيام اليونانيين، لكن كان للعرب والمسلمين أيضاً حضورهم وتطويرهم لوسائل القياس.

ربما تعود أصول فكرة نسبة قطر الأرض إلى ارتفاع أعلى جبل التي سيفرد لها العلماء العرب رسائل خاصةً إلى الفكرة التي سبق واقترحها أنكسيمندر حول شكل الأرض المخروطي الذي نسبة قمته إلى قاعدته 1:3 (أي يبلغ ارتفاع المخروط ثلاثة أضعاف قطره). ويرى الباحث درير هنا أنه من المؤكد أن ديوجين الكلبي (توفي 323 ق.م) Diogenes كان مخطأً في قوله إن أنكسيمندر قام بتدريس الشكل الكروي للأرض، كما كان أرسطو قد ألمح إليه عند الإشارة إلى أفكار أنكسيمندر عن توازن الأرض. ويقول ثيون نقلاً عن إيديموس الرودوسي (توفي 300 ق.م) Eudemus، تلميذ أرسطو، أن أنكسيمندر اعتقد أن الأرض معلقة في الهواء و«تتحرك حول مركز العالم». هنا مرة أخرى، قد نكون على يقين أن المقصود بهذه ليست حركة دورانية ولا تقدمية، لأن أرسطو ينكر هذين النوعين من الحركة، ولم يكن يعجزه ذكر أنكسيمندر في هذا

الصدد. وهو ما لم يتخلى عنه الفيلسوف أيتيوس Aetius. ربما كان الباحث مارتن على حق عندما اقترح أن الحركة التي ألمح إليها قد تكون مجرد زلزال (Dreyer، 1953).

سنركز في هذا الفصل على ما قدمه لنا العرب والمسلمين من أفكارٍ وإسهاماتٍ حول هذه التطبيقات العملية المفيدة.

وكما فعلنا سابقاً؛ فإننا سنضع كافة النصوص التراثية لرسائل العلماء العرب التي وصلتنا في هذا الموضوع في الفصل السابع محققةً، لمن يرغب قراءتها بألفاظها الأصلية.

2.5 حساب ارتفاع رأس جبل أو منارة عن سطح الأرض

1.2.5 الكندي (القرن 3هـ/ 9م)

وضع أبو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي (توفي 256هـ /873م) عدة رسائلٍ تتعلق بحسابات الأبعاد، وقد صنّفها له المترجمون لسيرته تحت عنوان (الأبعاديات)؛ إذْ تغطّي هذه الرسائل العناوين الآتية (ابن النديم، 1997م):

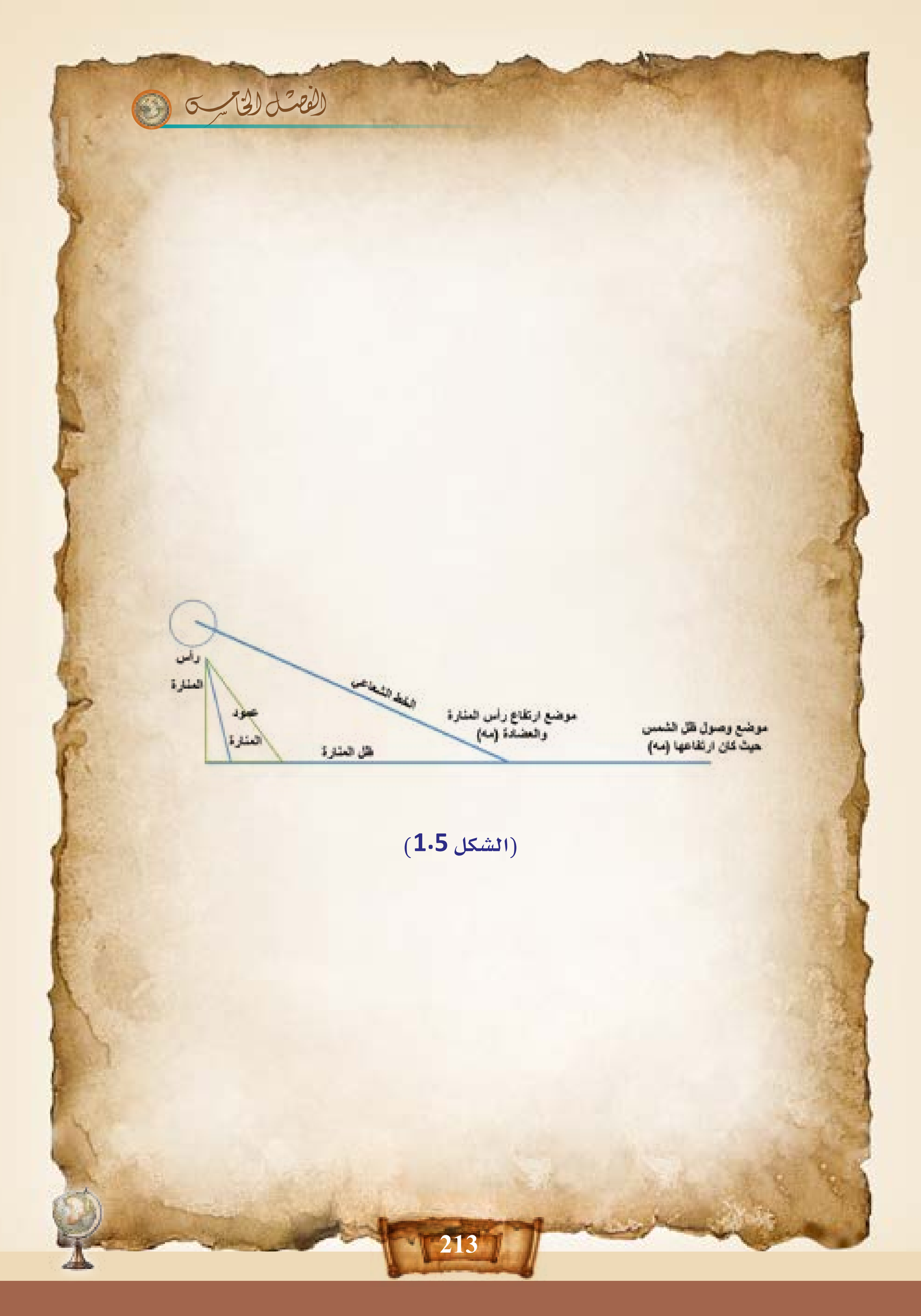
1. رسالة في أبعاد مسافات الأقاليم.
2. رسالة في عمل آلة يعرف بها بُعد المعاينات.
3. رسالة في معرفة أبعاد قلل الجبال.

والرسالة التي وصلتنا كاملةً هي (إيضاح وجدان أبعاد ما بين الناظر ومراكز أعمدة الجبال وعلو أعمدة الجبال)، وقد تكون هي نفسها الرسالة الأخيرة من القائمة الواردة أعلاه.

2.2.5 البيروني (القرن 5هـ/ 11م)

قدم لنا البيروني طريقتين لحساب ارتفاع قمة جبلٍ أو رأس منارةٍ عن سطح الأرض. الطريقة الأولى خاصةٌ بحساب ارتفاع شيء يمكن الوصول إليه بوسيلة ما، درج أو سلّم أو غير ذلك. والطريقة الثانية لحساب ارتفاع شيء لا يمكن الوصول إليه بوسيلة ما، مثل غيمة في السماء أو طائر يطير بشكل مستقر في السماء، وكلتا الطريقتين تتطلبان استخدام اسطرلاب مزودة بعضادة (مسطرة) فيها ثقبي هدفين، بحيث إنهما يمرران الشعاع الضوئي المنعكس عن رأس أو قمة الشيء المراد قياس ارتفاعه عن مستوي سطح الأرض، وفي حال لم يُشاهد هذا الشعاع فعلى الراصد التأخر أو التقدم حتى يظهر من خلال ثقبي الهدفين، بعدها يقوم الراصد بحساب بُعده عن أسفل ذلك الشيء، أو عن مسقط حجره (أي النقطة التي تقع أسفل ذلك الشيء تماماً إذا كان غيمة مثلاً)، ويضاف عليه طول الشخص الراصد فيحصل على الارتفاع المطلوب.

قال البيروني حول الطريقة الأولى: «ارصد ارتفاع الشمس إلى أن تصير خمسة وأربعين جزءاً، ثم امسح وقتئذٍ ظل تلك المنارة أو الحائط من طرفه إلى أصله فما كان فهو طوله المطلوب، فإن لم يبلغ الشمس في ذلك اليوم هذا المقدار من الارتفاع وأريد ذلك الوقت دون التربص فضع مرأى العضادة على خمس وأربعين جزء من أجزاء الارتفاع، ثم تقدم أو تأخر وأنت تنظر من كلتي ثقبي الهدفين بأحد عينيك إلى رأس المنارة أو الحائط حتى تراه بهما معاً والعضادة على وضعها ثم امسح من موقفك إلى أصلها فما كان فزد عليه طول قامتك وما اجتمع فهو طول المنارة» (الشكل 5.1) (البيروني، التفهيم لأوائل صناعة التنجيم، مخطوطة موجودة في مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-67)، ص 74ظ –75و).



رأس المنارة
عمود المنارة
الخط الشعاعي
ظل المنارة
موضع ارتفاع رأس المنارة والعضادة (مه)
موضع وصول ظل الشمس حيث كان ارتفاعها (مه)

(الشكل 1.5)



(الشكل **2.5**) لقيت طريقة البيروني في حساب ارتفاع منارة نجاحاً واضحاً بين أوساط المسّاحين العرب والمسلمين؛ ففي هذه الصفحة من مخطوط يعود للقرن (12هـ/ 18م) نجد المؤلف المجهول يستعين بطريقة البيروني نفسها التي وضعها قبل 600 سنة (مؤلف مجهول، مجموع مخطوط موجود في مكتبة أسعد أفندي، إستنبول، رقم (3704)، ص 74ظ -54 ظ).

3.5 تقدير أقصى بُعد للغلاف الجوي

نعلم حالياً أن أقصى بُعد للغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية هو 1600 كيلومتر، وقد وصل العلماء لهذه القيمة باستخدام تقنيات علمية متعددة ومتطورة حديثاً، كالرادارات والأقمار الصنعية.

لكن قديماً كان لديهم وسائل حسابية مختلفة لإجراء هذا القياس.

للقيام بذلك فقد كان الأمر يتطلب وجود نقطة معايرة يمكن الارتكاز عليها، ومن ثم القيام بعملية حساب سماكة الغلاف الجوي Atmosphere. وقد بدأ اليونانيون بهذا الموضوع إلا أنّ القيم التي توصلوا إليها كانت خاطئةً وبعيدةً عن الصواب بسبب الطرائق التي اتبعوها، أما العلماء العرب والمسلمين فقد كانت قيمهم أقرب للقيم الصحيحة الحالية، كما سنجد.

1.3.5 اليونانيـــون

مع أنه قد يكون من الصعوبة بمكان تقدير وتحديد أقصى بُعد للغلاف الجوي نظراً لكون كثافته تقل تدريجياً مع الارتفاع عن سطح الأرض، حيث تزداد نسبة الغازات الخفيفة وتقل نسبة الغازات الثقيلة التي تتركز في الطبقات السفلى منه (محمد، (د.ت))، إلا أننا سنجد عند اليونانيين، ربما أول محاولة لتقدير ارتفاع المنطقة التي تحدث فيها الظاهرات الجوية.

فقد حاول أرسطو ومن تبعه وضع تقديرات لسماكة منطقة الظواهر الجوية التي تقع بين سطح كرة الأرض وكرة النار، وينقل لنا محمد بن حمد التميمي (القرن 4هـ/ 10م) أنّ سماكة هذه المنطقة وفق أرسطو هي (6400 باع) (التميمي المقدسي، 1999م)، فإذا علمنا أنّ قيمة الباع كانت تتراوح عند العرب بين (1.7 متر –2 متر) (فاخوري وخوام، 2002م)، فهذا يعني أن ارتفاع المنطقة يتراوح بين (108.8 – 128 كيلومتر)، وكما نلاحظ فإنها تقريباً ضعف القيمة المتفق عليها حالياً التي تتراوح بين (50-85 كيلومتراً).

هـذا التقديـر الأرسـطي لسـماكة الغـلاف الجـوي سـيخضع لعـدد مـن التغيّـرات مسـتقبلاً علـى يد بعض العلماء العرب وصـولاً لأقـرب قيمـةٍ صحيحـة ممكنـة، والتـي تتفـق كثيـراً مـع التقديـرات الحديثـة.

2.3.5 العلماء العرب والمسلمين

1. ابن حاتم النيريزي (القرن 4هـ/ 10م)

يرى سـزكين أنـه اعتبـاراً مـن بدايـات القـرن (4هـ/ 10م) بـدأ العلمـاء العـرب والمسلمين بتعييـن ارتفاعـات الطبقـات الجويـة، حيث بدأهـا أبـو العبـاس الفضـل بن حاتم النيريزي (توفي نحو 309هـ/ 921م) في رسـالته (رسـالة في معرفة آلات يعلم بهـا أبعـاد الأشـياء الشـاخصة في الهـواء والتـي علـى بسـيط الأرض وأغـوار الأدويـة والآبـار وعـروض الأنهـار) وفي الفهرسـت لابـن النـديم، لهـا عنـوان آخـر هـو: (تهيئـة آلات يتبيـن فيهـا أبعـاد الأشـياء) (سـزكين، علـم الفلـك، 2002م).

وقـد أورد في هـذه الرسـالة مسـألة حسـاب ارتفـاع السـحب عـن سـطح الأرض. ويشـير فيهـا إلـى آراء أرسـطو حـول إمكانيـة اسـتخدام الهندسـة في معرفـة الارتفـاع. وقـد اعتمـد قيمـة أرسـطو في تقديـره لسـماكة الغـلاف الجـوي وهـي (16 سـتاديا) (سـزكين، أحكـام التنجيـم والآثـار العلويـة، 1999م). طبعـاً دون أن يحـدد هـل هـي المسـافة مـن سـطح الأرض حتـى نهايـة كـرة الهـواء أم حتـى نهايـة كـرة النـار.

وقد كانت السـتاديا تعـادل أيام أرسـطو (174.6 متراً) وهـي القيمة اعتمدها المـؤرخ جـورج سـارتون في كتابـه (تاريـخ العلـم)، وبالتالـي فـإن سـماكة الغـلاف الجـوي وفـق النيريـزي هـي (174.6 × 16 = 2793.6 متـراً)، وهـي أقـلّ بكثيـر مـن القيمـة الدنيـا (108.8 كيلومتـر) التـي قدّرهـا التميمـي بـالأذرع ونسـبها لأرسـطو.

2. أبو الحسن المسعودي (القرن 4هـ/ 10م)

تناول أبو الحسن المسعودي (توفي 345هـ/ 956م) في كتابه (مروج الذهب ومعادن الجوهر) القيمة التي ذكرها أهل زمانه عن سماكة كرات العناصر الأربعة كلها (وهي التي تقع بين كرة الأرض وكرة القمر) بما فيها طبقة الغلاف الجوي (الهواء)، فقدّرها بالقيمة (118000 ميل عربي) (المسعودي، مروج الذهب ومعادن الجوهر، 2005م)، فإذا علمنا أن قيمة الميل العربي تتراوح عند العلماء العرب بين (1946.4912 متر و 1981.25 متراً) (فاخوري وخوام، 2002م). فهذا يعني أن المسافة بين مركز الأرض وآخر نقطة من كرة النار تتراوح بين (229685.9616 كيلومتر و 233787.5 كيلو متراً).

وإذا علمنا أن نصف قطر الأرض (3200 ميل) [وهذه القيمة وردت في (كتاب الإسطرلاب) للبيروني نقلاً عن النيريزي الذي أخذها أيضاً عن أرسطو، ص 43 ب، في المخطوطة المحفوظة بمكتبة برلين (رقم 5794) من الفهرس المطبوع] (أي تتراوح بين 6228.77184 كيلو متراً و 6340 كيلو متراً) فهذا يعني أن المسافة من سطح الأرض إلى آخر نقطة من كرة النار تتراوح بين (223457.18976 كيلو متراً و 227447.5 كيلو متراً). وكلتا القيمتين أكبر بكثير من تقديرات التميمي التي نسبها إلى أرسطو.

3. محمد التميمي (القرن 4هـ/ 10م)

لقد فسّر لنا التميمي سبب وجود التقدير الذي وضعه أرسطو لسماكة الغلاف الجوي -والذي يتفق فيه التميمي مع أرسطو- هو أنه يمثل الحد الأقصى لانعكاس أشعة الشمس من سطح الأرض وعودته للأعلى، كما أنه يعبر عن أقصى مكان يمكن أن يظهر فيه السحاب في الغلاف الجوي، إلا أنّ التميمي لم يوضح الطريقة أو القاعدة الحسابية أو الهندسية التي اعتمدها أرسطو التي أوصلته لهذه القيمة (التميمي المقدسي، 1999م).

4. إخوان الصفاء (القرن 4هـ/ 10م)

كما قدم لنا إخوان الصفا تقديراتهم لسماكة الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية على أنه 35755 فرسخاً (إخوان الصفا، (د.ت))، فإذا علمنا أن قيمة الفرسخ كانت تعادل أيامهم (5.9193 كيلو متراً) (فاخوري وخوام، 2002م)، فهذا يعني أن سماكة كرة الهواء عند إخوان الصفا تعادل وفق وحدات قياساتنا الحالية (211644.5715 كيلو متراً)، وهي أكبر من القيمة العظمى التي قدّرها اليونانيين (128 كيلو متراً) وأقرب إلى القيمة التي قدّرها المسعودي.

ويعود سبب هذا التفاوت الكبير هو اعتبار إخوان الصفا أن قطر كرة الغلاف الجوي تعادل 16.5 مرة قطر الكرة الأرضية الذي كان يعادل عندهم (2167.1515 فرسخاً) (إخوان الصفا، (د.ت)).

وهذا يعني أنّ تقدير إخوان الصفا لارتفاع كرة الهواء هو (1278634.564 كيلومتر)، وهي قيمةٌ كبيرةٌ جداً عن القيمة المعروفة الحالية أو التي سيقدرها ابن الهيثم.

5. ابن الهيثم (القرن 5هـ/ 11م)

يرى الباحث هـ. هوارد فرينزيغر H. Howard Frisinger أنّ ابن الهيثم قدم مساهمةً مهمةً في وضع قيمة ارتفاع كرة الهواء، حيث إن ابن الهيثم توصل لهذه القيمة عن طريق دراسة ظاهرة انكسار الضوء في الغلاف الجوي. وقال في كتابه (المناظر) (Alhazen، 1572) إنّ حدوث ظاهرة الشفق Twilight (ضوء العشاء) يعود إلى انكسار الضوء في الغلاف الجوي، وأنّ الشرط الأساسي لحدوثها هو زاوية غروب الشمس (أو زاوية الانحطاط) – تحديداً عندما تكون الشمس عند الدرجة 19 تحت الأفق–، وقد استخدم لذلك نظريات وبراهين هندسية لقياس ارتفاع الغلاف الجوي، إذْ أنّه حصل على القيمة (52000 ميل روماني = 78.4 كيلومتر) (Frisinger، 1973)، وهي

قريبة جداً من القياسات الحديثة حتى حدود طبقة الميزوسفير التي تقدر قيمة ارتفاعها (85 كيلو متراً).

في حين أننا سنجد أن الأوربيين لم يتمكنوا من تقدير هذه السماكة إلا في القرن 17م على يد الفيزيائي الفرنسي آدمي ماريوط (توفي 1664م) E. Mariotte، ثم في القرن 18م على يد الفلكي الإنكليزي إدموند هالي (توفي 1742م) E. Halley كما سنرى ذلك لاحقاً عندما توفر لهم استخدام تجهيزات علمية وطرائق رياضياتية متقدمة لم تكن متاحة للحسن بن الهيثم.



(الشكل 3.5) لقد تمكن ابن الهيثم وبقدراته الهندسية الحسابية فقط، من حساب سماكة طبقات الغلاف الجوي حتى طبقة الميزوسفير
(http://status.com.pk/watch/MTI2MjkzMTU2MjA3NjkxNQ).

6. البيروني (القرن 5هـ/ 11م)

ذكرنا سابقاً أن البيروني قدم لنا طريقتين لحساب بعد ارتفاع الأشياء عن سطح الأرض والتي لا يمكن الوصول إليها، وقد ذكر في الطريقة الثانية كيفية القيام بحساب طول منارة أو حائطٍ أو بُعد غيمة، إذْ قال: «قف في موضع وحط العضادة وارفعها وأنت تنظر بفرد عين من ثقبي الهدفتين إلى رأس المطلوب حتى تراه كما تأخذ ارتفاع الكواكب ثم انظر على كم وقع مرأى العضادة من أصابع الظل وذلك هو الظل الأول، ثم تقدم وتأخر حتى يصح الاستواء في الأرض فإن تقدمت نحو الجبل أو المنارة فانقص من الظل الأول إصبعاً واحداً، وضع مرأى العضادة على ما بقي ولا تزال تتقدم حتى ترى الرأس أيضاً بالثقبين والعضادة على وضعها، وإن تأخرت عن الجبل والمنارة فزد على الظل الأول إصبعاً وضع مرأى العضادة على المبلغ ولا تزال تتأخر إلى أن ترى الرأس أيضاً بالثقبين، ثم امسح ما بين الثقبين واضربه في اثني عشر فيجتمع طول العمود المطلوب، وإنْ ضربت ما مسحت في الظل الأول اجتمع ما بين الموقف الأول بين أصل الشخص الذي أردت عموده ولو كان في الهواء شيء من سحاب أو طير ثم أمكن أن يقف ولا يتحرك إلى أنْ تقيسه في موضعين يختلف فيهما ارتفاعه لأمكن معرفة بُعده من الأرض وما بين موضعك وبين مسقط حجره من الأرض». وقد توصل البيروني في كتاب التفهيم إلى قيمة سماكة الغلاف الجوي كلها على أنها ($35213\frac{2}{11}$ فرسخ) (البيروني، التفهيم لأوائل صناعة التنجيم، مخطوطة موجودة في مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-67)، ص 74ظ –75و) أي (208437.387136 كيلومتر) وهي أكبر بكثير من القيمة الحالية (1600 كيلومتر).

7. ابن معاذ الجياني (القرن 5هـ/ 11م)

يرى المؤرخ عبد الحميد صبرة أنّ أحد معاصري ابن الهيثم، وهو أبو عبد الله محمد بن يوسف بن أحمد بن معاذ الجياني (توفي 442هـ/ 1050م)، قد حسب أيضاً ارتفاع طبقة الهواء الجوي من خلال استخدام علم المثلثات، وقد أودع ذلك في رسالة (استخراج ارتفاع الجو)، التي ترجمها الإيطالي جيراردو الكريموني (توفي 1187م) G. Cremonensis ونشرت باللاتينية بعنوان (De crepusculis et nubium ascensionibus) ونسبت للحسن بن الهيثم خطأً، وقد طبعت في ليزابون عام 1542م، وأثرت في الغرب الأوربي تأثيراً كبيراً (سزكين، الرياضيات، 2002). فقد بلغت القيمة التي توصل إليها ابن معاذ 86.3 كيلومتر (Gregory, 2017)، أي أكثر من القيمة التي توصل إليها ابن الهيثم (78.4 كيلومتر) وأدقّ منها.

كما ترجم صموئيل بن يهوذا المارسيلي (توفي 1340م) S. de Marseille (رسالة ما الفجر والشفق) التي كتبها ابن معاذ الجياني في الأندلس في القرن 11م، والتي فُقد أصلها العربي، حيث حاول في هذه الرسالة ابن معاذ أن يحدد مرةً أخرى أقصى ارتفاع لطبقة الهواء التي ترتفع فوق سطح الأرض بوساطة قياسات قوس انحطاط الشمس عند طلوع النهار أو عند هبوط الليل، حيث إنّ هذا القوس يحدد كقوسٍ يبدأ من الشمس (عندما تصبح تحت الأفق) وحتى الأفق، وهو موجود على دائرة تمرّ بسمت رأس الراصد. وقد استنتج ابن معاذ بناءً على حساباته الهندسية الواضحة أن ارتفاع الغلاف الجوي هو 86.3 كيلومتر تقريباً فوق سطح الأرض، الغريب في الأمر أنّ الفيزيائي الإيطالي إيفانجليستا تورشيللي (توفي 1647م) E. Torricelli قد توصّل إلى هذه القيمة نفسها في عام 1644م (غولدشتاين، 2005م).

بقيت القيمة التي توصل إليها ابن معاذ شائعة حتى القرن 17م (Freudenthal, 2011)، كما اعتمد على الطريقة التي حسب بها ابن معاذ

ارتفاع الجو فيما بعد كلٍ من مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م) وقطب الدين الشيرازي (توفي 710هـ / 1310م) (فيرنيه، 2005م).

ونشير هنا أيضاً إلى خلط الباحث نوفل الطرابلسي (الطرابلسي، 1982م)، وسبقه في ذلك حنا منصور جرداق (جرداق، 1937م)، بين الحسن بن الهيثم البصري وابن معاذ الجياني الأندلسي خلطاً كبيراً، فقد نسبا أعمال كل واحدٍ منهما إلى الآخر دون أدنى تحقق أو تدقيق.

3.3.5 الأوربيون والأمريكيون

حتى يدرك مدى ارتفاع الغلاف الجوي، بمعنى مقدار سماكة الغلاف الجوي -الذي سبق وأن وجد قيمته التقريبية الحسن بن الهيثم وابن معاذ الجياني- قسّم الفيزيائي الفرنسي آدمي ماريوط الغلاف الجوي، وذلك في كتابه (مناقشة طبيعة الهواء Discours de la nature de l'air)، إلى 4032 طبقةً بحيث تكون كل الطبقات ذات أوزان متساوية، ويمثل كل منها بمقدار واحد إلى أثني عشر خطاً من ارتفاع البارومتر الطبيعي البالغ 71.12 سنتيمتراً، ومن تجاربه الخاصة خلص إلى أنّ سمك أخفض طبقة من هذه الطبقات هو 150 سنتيمتراً، ومن ثم، ناقش بأنّ سمك الطبقة 2016 جزءاً فوق سطح الأرض سيكون 30 متراً، بحيث يكون لها أقل من نصف الضغط عند مستوى الأرض. وقد أدرك ماريوط أنّ الطبقات المتداخلة ستزيد على شكل متوالية هندسية، لكنه افترض من باب التبسيط أن متوسط سمكها هو المتوسط الحسابي من 1.5 متراً و 30 متراً أي 15.75 متراً، وهذا يعني أنّ ارتفاع النصف السفلي من الغلاف الجوي هو: 31752 = 2016 ×15.75 متراً، وبطريقة مماثلة حسب النصف العلوي للغلاف الجوي ومرة أخرى حصل على القيمة 31752 متراً، يمكن بالطبع أن تستمر هذه العملية بشكلٍ

غير محدود، فإذا أجرينا اثنا عشر من التطبيقات المتتالية من ذلك نحصل على أن قيمة ارتفاع الغلاف الجوي نحو 56 كيلومتراً، وقد تبنى ماريوط هذا الحد الأدنى لارتفاع الغلاف الجوي، إذْ لم يكن لديه أي دليل على أن الهواء سيتوسع إلى ما بعد درجة انكسار أشعة الشمس الداخلة التي ستكون عليها عند هذا الارتفاع (Wolf، 1962)، وهي كما نلاحظ الطريقة نفسها التي اتبعها الحسن بن الهيثم وابن معاذ الجياني.

أما ما يتعلق بسماكة الغلاف الجوي؛ فإننا نعلم اليوم أن المهندس والفيزيائي الأمريكي من أصل هنغاري ثيودور فون كارمان (توفي 1963) Th. von Karman، يُعتبر – من قبل المؤرخين – أول شخص يقوم بحساب الارتفاع الذي يصبح فيه الغلاف الجوي ضعيفاً إلى حد لا يسمح له بدعم رحلات الطيران ووصل إلى القيمة 85 كيلومتر بنفسه، لكن يجب أن يتغيّر هذا الاعتبار خصوصاً وأن هناك علماء عرب قد سبقوه في ذلك كما وجدنا سابقاً.





الفصل السادس

تقدير كتلة الأرض

Earth mass estimation

1.6 مقدمة

من خلال تحديد كروية الأرض وقياس محيطها ونصف قطرها أمكن للعلماء بعد ذلك تحديد حجمها وبالتالي كتلتها، وسنتجنب في هذا الفصل استخدام مصطلح (وزن الأرض) لأنّ العرب كانوا يقصدون به في مجال علم استخراج المياه (أو كما كان يسمى عندهم إنباط المياه)، مقدار استواء سطح الأرض وميلانها. لذلك سنعتمد المصطلح الفيزيائي المتعارف عليه وهو (كتلة الأرض Erath mass).

وسنركز في هذا الفصل على ما قدمه لنا العرب والمسلمين من أفكارٍ وإسهاماتٍ حول تقدير كتلة الأرض لأننا لم نجد لدى أي حضارة سابقة أية مساهمة في ذلك، بحسب المصادر والمراجع التي وصلتنا.

2.6 العلماء العرب والمسلمين

لقد عثرنا على فقرةٍ كاملةٍ كان قد خصصها أبو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازني (توفي 550هـ/ 1155م) لحساب افتراضي قائم على سؤال: ماذا لو أنّ كتلة الأرض كانت ذهباً، مستلهماً ذلك من قوله تعالى: ﴿ إِنَّ ٱلَّذِينَ كَفَرُواْ وَمَاتُواْ وَهُمۡ كُفَّارٞ فَلَن يُقۡبَلَ مِنۡ أَحَدِهِم مِّلۡءُ ٱلۡأَرۡضِ ذَهَبٗا وَلَوِ ٱفۡتَدَىٰ بِهِۦٓۗ ﴾ (سورة آل عمران، الآية: 91).

وقد انطلق في ذلك من تقدير قيمة الذراع عند العرب في القرن (6هـ/ 12م) والتي كانت تقدر في أسواق بغداد بالقيمة (24 قيراطاً) طولاً، إذْ عرض القيراط يساوي ست حبات شعير موضوعة جنباً إلى جنب. أما الميل العربي فهو يساوي (4000 ذراع) وكل (3 أميال) تساوي فرسخاً.

بناءً على هذا نجد أن محيط الأرض يساوي عنده (20400 ميل) وقطرها يساوي ($6493\frac{139}{277}$ ميل)، وقد قدّر الخازني أنّ كتلة الذهب التي تملأ الأرض يساوي للقيمة (36،124،613،111،228،181،521،713،101،810 مثقالاً) (الخازن، 1974م)، فإذا كان المثقال يقدّر بالقيمة (4.57958 غرام) (فاخوري وخوام،2002 م)، فهذا يعني أنّ كتلة الأرض الذهبية حسب الخازني تساوي (1.6543556×10^{26} كيلوغرام)، وهي لا يمكن أن تقارن بكتلة الأرض الصخرية نظراً لاختلاف الكثافة بين الذهب (بصفته معدن)، وبين الأرض (المكونة من صخور)، حيث إنّ كثافة الذهب تعادل 19.32 غرام/سم^3 عند درجة حرارة 20°م. في حين أن متوسط كثافة الكرة الأرضية هي (5.51 غرام/سم^3)، أي أقل بنحو أربع مرات. وإذا علمنا أن أفضل تقدير لكتلة الأرض (عام 2016م) هو $M_\oplus = 5.9722\times 10^{24}$ كيلوغرام [يُقرأ هذا الرقم بوحدة الطن كما يأتي: ستة آلاف مليون مليون مليون طن]، مع خطأ نسبي قدره 6×10^{20} كيلوغرام (Moore، 2000). نفهم لماذا يكون الفارق كبيراً بين القيمة التي وصل إليها الخازني والقيمة الحديثة.

نشير أخيراً إلى أنّ عنوان الرسالة التي عثرنا عليها (رسالة جعفر الخازن في كروية الأرض) والموجودة ضمن مجموع في المكتبة الوطنية بباريس، رقم (Arabe 4821)، (ص 47ظ-67ظ) هي لأبي جعفر الخازن محمد بن الحسن البغدادي (توفي 515هـ/ 1121م) وليست لعبد الرحمن الخازني، كما أنّ الرسالة ليس لها علاقة بإثبات أبي جعفر الخازن لكروية الأرض، وإنما هو فصل يشرح فيه الخازن ما قاله بطلميوس عن الكرة والمخروط من الناحية الهندسية البحتة.

3.6 الأوربيـــــون

لقد كانت محاولة عبد الرحمن الخازني في حساب كتلة الأرض تسبق كل المحاولات الأوربية اللاحقة، وخصوصاً تلك التي قام بها كلٍ من الإنكليزي جون ميتشل (توفي 1768م) J. Mitchell والكيميائي هنري كافنديش (توفي 1810م) H. Cavendish التي أوجدا من خلالها عام 1798م كثافة الأرض وهي (5.5 ضعف كثافة الماء) (غريبين، 2012م)، وقد وصل كافنديش إلى أنّ كتلة الأرض تبلغ أكثر بقليل من (13 بليون بليون باوند)، وهو رقم هائل جداً (Kaempffert، 1909)، مع ملاحظة أنّ الفارق الزمني كان بين الخازني وميتشل وكافنديش نحو 700 سنة، والذي رافقه تقدم تقني وفيزيائي ورياضياتي.

طبعاً هناك طريقة أخرى تعتمد على قانون الجاذبية العام لإسحاق نيوتن (توفي 1727م) I. Newton، إذْ من خلاله يمكن قياس كتلة الأجرام السماوية نتيجة تأثير بعضها على بعض. من خلال هذا المبدأ، كان قادراً على مقارنة كتلة الشمس بكتل تلك الكواكب التي لها أقمار، وأيضاً مقارنة كتلة قمرنا بكتلة الأرض (Forbes، 1909).

ربما لا تساعد عبارة كتلة الأرض كثيراً في إدراك مدى ثقل الأرض؛ لكنها قد تثير الاهتمام فيما يتعلق بأساليب الوصول إلى مثل هذه النتيجة. وقد جرى توظيف العديد منها، لكن أول مخطط واضح جرى تجربته يُشار إليه من خلال شكل جزء من الأرض يعلوه جبل مرتفع نوعاً ما. الخطوط المستقيمة المرسومة للأسفل (انظر الشكل 1.6) أحدهما من الجانب الشمالي والآخر من الجانب الجنوبي للجبل بحيث تتقارب نحو مركز الأرض، ثمّ نحو الخارج باتجاه النجوم، يشير كل خط في اتجاه ذروة الموقع a أو b، إذا لم يكن الجبل موجوداً، لكن جاذبية الكتلة الجبلية تجذب نحو نفسها الخطوط الشاقولية المعلقة على جانبيها؛ بحيث يصبح الاختلاف في خط العرض



للموقعين أكبر بمقدار زاوية الخطوط المنقطة التي تتجاوز الزاوية الموجودة في مركز الأرض. ويمكن العثور على الاختلاف الحقيقي في خط العرض بين الموقعين a وbمن خلال المسح حول الجبل. يجب أن يُوسّع هذا المسح أيضاً بحيث يمكن التأكد من حجم الجبل؛ يفحص الجيولوجيون هيكله الصخري ويحسبون وزنه الفعلي بالأطنان. ثم من خلال عملية رياضياتية معينة تقاس كتلة الأرض مقابل الجبل، ويمكن الحصول على النتيجة بالأطنان من نسبة كتلة الكرة الأرضية إلى كتلة الجبل. لقد كان جبل شيهاليون Schiehallion في اسكتلندا هو الجبل الذي استخدم لأول مرة وفق هذه الطريقة المهمة، وذلك في عام 1774م، باقتراح من إسحاق نيوتن وبدعم من الجمعية الملكية الفلكية البريطانية، وقد نفذ ذلك العالم نيفل ماسكلين (توفي 1811م) N. Maskelyne. ونتيجة لجميع قياسات الطرق المختلفة، وجد أن متوسط كثافة الأرض هو (5.6)، وهي قيمةٌ قريبةٌ جداً من القيمة التي حصل عليها كافنديش (5.5)، وهذا يعني أنّه إذا كانت هناك كرة أرضية مكونة بالكامل من الماء وبحجم الكرة الأرضية نفسها تماماً، فإنّ الأرض الحقيقية ستكون كثافتها (5.6 أضعاف حجم كرة الماء). (Todd، 1906).



(الشكل 1.6) لقد وجد العلماء الأوربيون أنّه يمكن الاستعانة بالجبال أيضاً لمعرفة كتلة الأرض وليس نصف قطرها كما فعل سند بن علي والبيروني (Todd، 1906).



الفصل السابع

النصوص التراثية المحققة

Edited traditional texts

1.7 مقدمة

لقد وجنا أن نخصص هذا الفصل لسرد النصوص التراثية للإخوة الباحثين الذي يريدون الوقوف على رسائل العلماء العرب والمسلمين بلفظها وتوثيقها. وستكون الفصول مرتبة تاريخياً من الأقدم للأحدث، تتوزع عليها النصوص التراثية المحققة، وكلها تركز على كروية الأرض وتطبيقاتها في حساب محيط الأرض وقطرها أو أبعاد الأشياء عن سطح الأرض.

وقد كانت منهجيتنا في التحقيق تقوم على ما يأتي:

- كنا نحقق على نسخة وحيدة أو نسختين أو أكثر حسب ما نتمكن من الحصول عليه، وذلك أننا بذلنا جهدنا للعثور على أكبر عدد ممكن من النسخ للعمل الواحد لنحصل على أعلى جودة في النص، ولنكون أقرب بذلك لنص المؤلف الأصلي.
- كنا نختار أصحّ النسخ لمقابلة بقية النسخ عليها.
- بالنسبة للنصوص المحققة سابقاً فإننا لن نضع لها صور الصفحات المخطوطة الأولى والأخيرة.
- وضعنا بدلاً من حرف الياء المستخدمة بكثرة الهمزة التي على نبرة، مثل (السايل=السائل).
- أصلحنا الكلمات التي يكون فيها العدد يخالف المعدود.
- أهملنا التكرار الذي وقع فيه النسّاخ ولم نذكره ضمن الفروقات بين النسخ.
- قمنا بشرح الكلمات الصعبة أو التعريف بالأعلام في الحاشية أول مرة ترد في متن النص.

أما بالنسبة للرموز المستخدمة في التحقيق فهي:

- ما بين قوسين معقوفين < >، هو إضافة من قبل المحقق داخل النص.

- إشارة الناقص (-) تعني أن الكلمة أو الجملة ناقصة عن النسخة الأم.
- إشارة الزائد (+) تعني أن الكلمة أو الجملة مضافة عن النسخة الأم.
- النقطتان (:) تعني حلول (كلمة/ جملة) محل (كلمة/ جملة) في النسخ الأخرى.
- إلخ. إلى آخره.
- ت. توفي
- د.ت. دون تاريخ نشر
- د.م. دون مكان نشر
- د.ن. دون ناشر
- ص الصفحة
- ظ: ظهر الورقة
- و: وجه الورقة
- ق. هـ. قبل الهجرة
- ق. م. قبل الميلاد
- م الميلادي
- هـ الهجري

2.7 نصوص حبش أحمد بن عبد الله الحاسب (القرن 3هـ/ 9م)

1.2.7 نبذة عن حياة المؤلف

لا يُعرف الكثير عن حياة أحمد بن عبد الله المروزي سوى أنّه كان في أيام المأمون من جملة الفلكيين الراصدين، وقد وضع عدة أزياج وهي: (زيج على مذهب السند هند)، و(الزيج الممتحن)، وهو: أشهرها. و(زيج الشاه). و(الزيج الدمشقي)، و(الزيج المأموني) (حاجي خليفة، 1941م).

2.2.7 كروية الأرض

«بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

كتاب الأجرام والأبعاد لحبش بن عبد الله الحاسب

قال إنّ أمير المؤمنين المأمون أحبّ أن يعرف مقدار الأرض فبحث عن ذلك فوجد بطلميوس يذكر في بعض كتبه أنّ دور الأرض كذا وكذا ألف اسطادنيوس، فسأل المفسّرين عن تفسير الاسطادنيوس فاختلفوا في تفسيره هذا. .. لا يغني عما نريد، فوجّه خالد بن عبد الملك المروروذي وعلي بن عيسى الإسطرلابي وأحمد بن البحتري الذَّرَّاع مع جماعة من الذُّرَّاع والصناع من النجارين والصفّارين (صانعُ النُّحاس الأَصَفر) لتصحيح ما يحتاجون إليه من الآلات وحملهم بأجمعهم إلى موضع اختاروه من برية سنجار ثم توجّه خالد وطائفة معه قطب بنات نعشٍ الشمالي، وتوجه علي وأحمد وطائفة معهم إلى جهة القطب الجنوبي، فمضوا حتى انتهوا إلى أن وجدوا غاية ارتفاع نصف النهار قد زال، وتغيّر عن ارتفاع نصف النهار الذي وجدوه في الموضع الذي افترقوا منه مقدار درجة واحدة بعد أن نقص من ذلك مقدار ميل الشمس في مدة مسافة الطريق في ذهابهم ونصبوا السهام ثم رجعوا أيضاً على

تلك السهام وامتحنوا الذرع ثانية؛ فوجدوا مقدار درجة واحدة من وجه الأرض ستة وخمسين ميلاً والميل أربعة آلاف ذراع بالأسود وهو الذراع الذي وضعه المأمون لذرع الثياب ومسح البناء وقسمة المنازل وسمعت هذا الذي ذكرته في كتابي من خال بن عبد الملك المروروذي يحدث به القاضي يحيى بن أكثم، فأمر يحيى أن يُكتب له جميع ما ذكره خالد فكتب له وكتبته أنا من خالد سماعاً، وإنّ أمير المؤمنين المأمون ﵁ أحب أن يمسح سمّتَ القبلة في وقت <الـ> كسوف <الـ> قمري ليمتحن الطول بين مكة وبغداد، فوجد نصف نهار مكة غربياً عن نصف نهار بغداد بثلث درج بالتقريب، فإذا عدلنا درجةٍ واحدة من الفلك المستقيم نجد حصتها في مدار الفلك المخطوط على عرض مكة ست وخمسين دقيقة، بالتقريب فإذا ضربنا البُعد بين نصف نهار مكة ونصف نهار بغداد ثلاث درج في 56 دقيقة، وجعلنا كل س جزءاً نجد البُعد المعدل في الطول بين نصف نهار مكة ونصف نهار بغداد في الفلك المخطوط على مدار عرض مكة درجتين وثماني وأربعين دقيقة بالتقريب ووجد أيضاً عرض مكة أحد وعشرين درجة واثنان وأربعون دقيقة بالتقريب وعرض بغداد ثلاثٌ وثلاثون درجة وسبع وعشرين دقيقة بالتقريب فنقصنا عرض مكة من عرض بغداد فبقي الفضل بين العرضين أحد عشر درجة وخمسة وأربعين دقيقة، فإذا ضربنا الفضل بين الطولين وهو ب درج مح دقائق في نفسه يجتمع 7 درج و 50 دقيقة 24 ثانية ونصفه 3 درج و55 دقيقة و12 ثانية يكون ذلك 235 دقيقة و 12 ثانية نقسمه على 11 درجة و 45 دقيقة، وهو الفضل بين العرضين فبلغ مسافة الطول بين بغداد ومكة 12 درجة و 5 دقائق ضربناه في 56 ميلاً فبلغ المسافة بين بغداد ومكة على السهم المستوي ستمائة وستة وسبعين ميلاً وثلثي ميل بالتقريب. وقد كان المأمون عندما رفع إليه مقدار درجةٍ واحدة من الأرض أحبّ أن يمتحن ذلك فوجد من ذرع الطريق بين بغداد ومكة على أقرب الطرق فوجده سبع مائة واثني عشر ميلاً فوجدناه الخلاف بين السهم الذي

يجري في الهوى وبين ذرع الطريق خمسة وثلاثين ميلاً وثلث ميل فقال المأمون هذا ما لا يستكثر لأن الطريق يجب فيه العوادل (طرق مائلة) والصعود والهبوط مقدار هذا. ..» (King, 2000).

وقد ورد في مخطوطة برينستون (4983)، ص 71و –73و)) وما يأتي:
«... ولما فرغنا من ذكر التواريخ المشهورة، أردنا أن نذكر طرفاً من علم الهندسة في دور الأرض.

فصل: السبب الباعث للمأمون على الرصد المنقول عن القاضي يحيى بن أكثم أنّ أمير المؤمنين سمت همته إلى معرفة دور الأرض فسألني عن ذلك فقلت إنّ للمهندسين من أصحاب النجامة عندهم علم ذلك فأحضر خالد بن عبد الملك المروروذي ويحيى بن أبي منصور وعلي بن عيسى وأحمد بن البحتري، واختاروا من الصفّارين والنّجارين جماعة فقال لهم المأمون: كيف السبيل إلى ذلك فقالوا بأجمعهم هذا سهلٌ، وذلك أنّهم توجهوا وقتاً عند نزول الشمس رأس السرطان إذْ ليس لها ميل هناك، وقصدوا البرية التي بين تدمر والرقة، ورصدوا القطب حتى حققوا ارتفاعه، ثم توجهوا على خط مستقيم من الشمال إلى الجنوب موازياً لدائرة نصف النهار حتى تغير ارتفاع القطب مقدار درجةٍ واحدةٍ ثم مسحوا ما بين الموضعين فوجدوا مقدار درجة واحدة من وجه الأرض ستة وخمسين ميلاً والميل أربعة آلاف ذراع بالسواد، وهو ست قبضات، القبضة أربع أصابع، عرض الإصبع إلى الإصبع ست شعيرات مصفوفة بطون بعضها إلى بعض فضربوا (نو) في (شس) الذي هو دور السماء، فخرج من الضرب عشرون ألف ميلاً ومائة ميل وستون ميلاً وهو مساحة دور الأرض، فقسموا على 3 وسبع فخرج قطر الأرض 6414 ميلاً و3 أخماس ميل.

فقال لهم المأمون: إنّي أحبّ أن أعرف سمّت القبلة وبُعْد ما بين بغداد ومكة. فقالوا: نعم إذلك (إذ ذلك) وقت خسوف القمر، ثم أنفذوا جماعةً من أهل الرصد إلى مكة، فحققوا وقت خسوف القمر ووقت تمام انجلائه وكذلك فعلوا المقيمون ببغداد وقت خسوف القمر أيضاً، فوجدوا نصف نهار مكة غربياً عن نصف نهار بغداد بثلاث درج فعدلوا هذه الدرجات بمطالع الفلك المستقيم فوجدوها درجتين و (مح دقيقة)، وهو الطول بين مكة وبغداد معدلاً، ووجدوا ارتفاع القطب بمكة (ك) درجة وببغداد (لج) فعرض بغداد شمال عن مكة (يب درجة و يه)، فإذا ضربوا ما بين الطولين في نفسه كان (ز درج و ن دقيقة وخمسا دقيقة)، وإذا ضربوا ما بين العرضين في نفسه كان ذلك (قن جزء وثلث جزء وخمسون جزء)، فإذا جمعوهما وأخذوا جذر المجتمع يخرج (يب درجة و ك) بأقرب تقريبٍ، فإذا ضربوا ذلك في (نو ميلاً) تجتمع في (ذ ميل و 3 أميال ونصف وربع ميل.

وكان المأمون يحبّ أن يمتحن ما حسبه يحيى وأصحابه فوجّه من ذَرَعَ طريق مكة فوجدوا الأميال بين بغداد ومكة على أقصر الطرق وأقربها استواءً ذا ميل (و ي أميال) فزاد الذرع على ما خرج بالحساب (و أميال) بالتقريب، فقال المأمون: الحساب أصدق، وهذا التفاوت من استفال الأودية وارتفاع وجه الأرض، فلما سكنت نفسه إلى ذلك سَمَت همته إلى أن يعرف أبعد بُعد القمر عن وجه الأرض فسألهم عن ذلك فقالوا ...» (King, 2000).

3.7 نصوص أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني (توفي بعد 237هـ /851م)

1.3.7 نبذة عن حياة المؤلف

عمل أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني بصفة عالم فلك في بلاط خلفاء الدولة العباسية الأوائل، ويبدو أنّه بدأ العمل في بلاط المأمون، وقد عهد إليه الخليفة المتوكل بتشييد مقياس النيل في القاهرة. يُنسب الفرغاني إلى وادي فرغانة (وهي أوزبكستان الحالية)، حيث ولد هناك، في وسط أسيا التي كانت وقتها تحت التأثير الثقافي الفارسي أو الفارسي التركي، له عدة مؤلفات أشهرها (جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية) الذي تُرجم إلى اللاتينية بواسطة يوحنا الإشبيلي (منتصف القرن الثاني عشر) وجيرارد الكريموني (نحو 1114-1187). كما ترجمه إلى العبرية يعقوب أناتولي (توفي 1256م) (https://www.wdl.org/ar/item/10687/).

2.3.7 كروية الأرض

«الفصل الثالث: في أنّ الأرض أيضاً بجميع أجزائها من البر والبحر في مثال الكرة

وكذلك أجمعت العلماء على أنّ الأرض أيضاً بجميع أجزائها من البر والبحر على مثال الكرة والدليل على ذلك أنّ الشمس والقمر وسائر الكواكب لا يوجد طلوعها ولا غروبها على جميع من في نواحي الأرض في وقت واحد، بل يُرى طلوعها على المواضع المشرقية من الأرض قبل طلوعها على المواضع المغربية وغيبوبتها عن المشرقية أيضاً قبل غيبوبتها عن المغربية، وذلك يتبين من قبل الأحداث التي يعرض في العلو فإنه يرى وقت الحادث الواحد مختلفاً في نواحي الأرض، مثل كسوف القمر فإنه إذا رُصد في بلدين متباعدين بين المشرق والمغرب فوجد وقت

كسوفه في البلد الشرقي منهما على ثلاث ساعات من الليل مثلاً أقول وجد ذلك في البلد الغربي على أقل من ثلاث ساعات بقدر المسافة بين البلدين فتدل زيادة الساعات في البلد الشرقي على أنّ الشمس غابت عنه قبل غيبوبتها عن البلد الغربي، وكذلك لو نظر في وقت انقضاض كوكب عظيم فعرف وقته في بلدين متباعدين على مثل ما وصفنا وجدت ساعات البلد الشرقي أكثر من ساعات الغربي، ووجد هذا الاختلاف في الأوقات في جميع ما يسكن من الأرض فيما بين المشرق والمغرب يكون على حسب مسافة ما بين المواضع لا يغادر شيئاً.

وكذلك أيضاً يوجد فيما بين المواضع المتباعدة إلى الشمال والجنوب فإنّه إن سار سائر في الأرض من ناحية الجنوب إلى الشمال رأى أنّه يظهر له من ناحية الشمال بعض الكواكب التي كان لها غروب فيصير أبدي الظهور وبحسب ذلك يخفى عنه من ناحية الجنوب بعض الكواكب التي كان لها طلوع فيصير أبدي الخفاء على ترتيب واحد.

فيدل جميع ما وصفنا على أنّ بسيط الأرض مستدير وأنّ الأرض على مثال الكرة، وبعد فلو كانت مسطحة لم يعرض شيءٌ مما وصفنا، وكان طلوع الكواكب على جميع نواحي الأرض في وقتٍ واحد، ولم يكن من يسير في الأرض فيما بين الشمال والجنوب يخفى عنه شيء من الكواكب الأبدية الظهور، ولا يظهر له شيء من الكواكب الأبدية الخفاء» (الفرغاني، 1669م).

3.7 نصوص يعقوب بن إسحاق الكندي (توفي بعد 256هـ/ 870م)

1.4.7 نبذة عن حياة المؤلف

أبو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي، الملقب بفيلسوف العرب والإسلام في عصره، وهو أحد أبناء الملوك من كندة. لكنه نشأ في البصرة، ثم انتقل إلى بغداد، فتعلم واشتهر بالطب والفلسفة والموسيقى والهندسة والفلك، وقد حظي عند المأمون والمعتصم بمنزلة عظيمة، وألف وترجم وشرح كتباً كثيرةً، يزيد عددها على ثلاثمائة عمل لا مجال لذكرها هنا كلها، وإنما يمكن العودة إليها في كتب التراجم الموسّعة (الزركلي، 1980م).

2.4.7 كروية الأرض

– أولاً: كتاب الكندي في الصناعة العظمى

«المُبين لنا أنّ الأرض مع جميع أجزائها كروية في الحسّ، أنا نرى الشمس والقمر وسائر النجوم تشرق وتغرب على أهل المشارق أولاً ثم على أهل المغارب أخيراً، لا في وقت واحد على أهل المواضع جميعاً. والدليل على ذلك الأشخاص الكسوفية، لا سيما القمرية الكائنة في وقتٍ واحد، الموجودة في كتب القائس لها من القدماء، فإنّا نجدها في ساعات مختلفة العدد غير متساوية. .. وقد تستطيع أن تعلم ذلك بما نحن قائلون، وهو: لو كانت الأرض مقعرة لأشرقت النجوم على أهل المغارب قبل أهل المشارق؛ ولو كانت مسطوحة لأشرقت على أهل الأرض أجمعين في وقت واحد؛ ولو كانت مثلثة أو مربعة أو ذوات سطوح معتدلة كيف كانت، لأشرقت في وقتٍ واحد على كل من يكون في السطح الواحد وعلى الخط الواحد المستقيم؛ وليس نرى شيئاً مما ذكرنا، فليست الأرض على واحدٍ مما ذكرنا من الأشكال، ولو كانت أسطوانية الشكل، وسطحا

قاعدتيها على قطبي العالم، فإنّ هذا أشبه بأن نظن بأنه لم يكن أحد ممن سكن على ظهرها يرى شيئاً من النجوم الأبدية الظهور، ولو كانت النجوم كلها تشرق وتغرب على جميع من على ظهرها، إلا النجوم التي أبعادها من القطبين أقل من نصف قطر قاعدتها، فإنها كانت أبدية الخفاء عن جميع من على ظهرها؛ والذي يُرى خلافاً لذلك، وهو أنّا نرى نجوماً أبدية الظهور في جهة الشمال، فإذا سرنا نحو الجنوب، بدت لنا نجوم لم نكن نراها وخفي عنا بعض الأبدية الظهور، فصار مشرقاً غارباً بعد إذْ كان أبدي الظهور. ونرى ظاهرة المشرقة الغاربة في ناحية الجنوب تزداد في غاية علوها سواء لا يغادر؛ ولم يكن ليكون هذا لو لم تكن الأرض كروية. وأيضاً، إذا نحن سرنا في الماء إلى الجبال الشامخة، من أي الآفاق سرنا، رأيناها تزداد ارتفاعاً قليلاً قليلاً، كأنها راسية في البحر ثم طلعت منه قليلاً قليلاً، ولم يكن ليكون ذلك لو لم يكن سطح الماء كروياً» (الكندي، 1987م).

«إنّ شكل الأرض كروي مع جميع ما عليها من الجبال وغيرها من أجزائها، ليكون القول في ذلك تاماً من جهة المنطق والطبيعة والرياضة. فإذا قلنا أولاً، إن شكل الأرض كروي، لأن الكواكب تشرق على المشرقين دائماً قبل شروقها على المغربيين، وكذلك غروبها عنهم أبداً قبل غروبها على المغربيين، وإن ذلك لم يكن ليعرض لولا أن سطح الأرض كروي، يستر بحدبته ما بينهم، فكان قدر سبقها في الشروق للمغربية من المواضع، بقدر سبقها في الغروب أيضاً عن المغربيين سواء؛ فإن إدراك ذلك كان لنا ولمن قبلنا بالكسوفات ثم بالقمرية خاصة، فإن ذلك يكون في وقتٍ واحد لجميع أهل الأرض» (الكندي، 1987م).

«ليس يمكن أن يكون تفاضل ساعات شروط وغروب المساكن مناسب لأبعاد ما بينها من المسافات، إن لم نفرض الأرض كروية، وسطوح آفاق المساكن يماسّ كرة الأرض في كل المساكن على نقطة خاصة، تلك النقطة له دون غيره من المساكن، لأن الاختلاف الذي يعرض في المساكن يعرض

بـه حالتـان بسـيطتان وحـال مركّبـة مـن البسـيطتين؛ أمـا إذا كان اختـلاف المسكنين في الطـول فقـط، وجـب أنـه مناسـب تفاضـل الشـروق والغـروب، لأبعـاد مـا بـين المسـاكن، كمـا بينـا بهـذا الشـكل؛ وإذا كان الاختـلاف في العـرض فقـط وجـب بـه مناسـبة اختـلاف الأبديـة الظهـور والأبديـة الخفـاء لمسـافات مـا بـين المسـاكن. وأمـا الحـال المركبـة منهـا فمناسـبة اختـلاف الشـروق والغـروب لاختـلاف مسـافات المسـاكن واختـلاف الأبديـة الظهـور والأبديـة الخفـاء لأبعـاد مسـافات المسـاكن، كمـا بيّنـا في المسـاكن. ومـا نحـن مثبتـون الآن بتأييـد ذي القـدرة وتوفيقـه مـن هـذا الشـكل بعينـه» (الكنـدي، 1987م).

«إذْ قـد تبـين أن شـكل الأرض كـروي في الحسّ لمـا قدمنـا، فقـد يمكـن قائـلاً أن يقـول: كيـف نقـول بـأن الأرض كـرة مـع مـا يُـرى فيهـا مـن الجبـال الشـاهقة والأغـوار القعـرة الموجـد بنـا الاختـلاف الظاهـر البـين في سـطحها، فنقـول: إنـا لـم نقـل إنهـا كرويـة بالقـول المرسـل، بـل قلنـا إنهـا كرويـة بالقـول المرسـل، بل قلنا إنها كرويّة في الحسّ، لأن قدر الاختلاف الذي في سـطحها صغيـر جـداً عنـد عظـم الأرض، وليـس يبلـغ قـدره بالإضافـة إليهـا، ويغيّـر الشـكل الكـروي في الحـس؛ وذلـك أن الذيـن عنـوا بمسـاحة الجـزء مـن ثـلاث مائـة وسـتين جـزءاً مـن دائـرة الأرض العظيمـة التـي في سـطح دائـرةٍ عظمـى مـن كـرة الـكل، وجـدوا مـا يصيـب الجـزء منهـا خمـس مائـة غُلْـوَة، والغلـوة هـي التـي يسـميها اليونانيـون (أسـطاذيا)، وهـي ألـف ومائتـا ذراع لمـا أن أخـذوا ممـاس مسـكنين تحـت نصـف النهـار، واحـد كان كوكبـاً مـن الشّـمالية في نصـف نهـاره في المسـكن الأقـرب مـن الشـمال، أعلـى منـه في نصـف نهـاره في المسـكن الأبعـد منهمـا مـن الشـمال بجـزء واحـد كان مـا بـين المسـكنين مـن المسـاحة كمـا حددنـا خمـس مائـة غُلْـوَة، فـإذا ضعفنـا ذلـك بثـلاث مائـة وسـتين، التـي هـي مـا جُزّيء بـه الدائـرة العظمـى، اجتمـع مـن ذلـك ثمانيـة عشـر ألـف ربـوة اسـطاذيات. وكان آخـر مـن عُنِـيَ بذلـك بطلميـوس القلوذي في كتابـه علـى مسـاحة الأرض، وكان مـا حـرّر القدمـاء مـن تقريـب نسـبة

قطر الدائرة إلى محيطها كنسبة السبعة إلى الاثنين وعشرين، وآخر من عُنيَ بذلك من القدماء اليونانيين (أرشميدس)» (الكندي، 1987م).

- **ثانياً: رسالة الكندي إلى أحمد بن المعتصم في أن العناصر والجرم الأقصى كروية الشكل**



(الشكل 7.1) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة الكندي إلى أحمد بن المعتصم في أن العناصر والجرم الأقصى كروية الشكل، مكتبة آيا صوفيا

بسم الله الرحمن الرحيم وما توفيقي إلا بالله

رسالة الكندي إلى أحمد بن المعتصم في أن العناصر والجرم الأقصى كروية الشكل

أطال الله بقاءك يا ابن الهداة الأعلام والأئمة الحكام، مغرس الدين وشرف العالمين وخيرة الله من الخلق أجمعين، وأدام الله إعزازك بطاعته وتحصينك بصنعه وتسديدك بتوفيقه، ووقاك السيئات وأسعدك إلى الممات وبعد الممات.

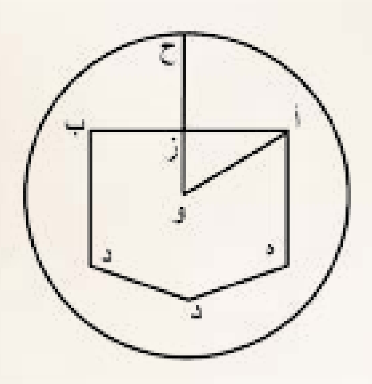
فهمت أفهمك الله جميع الخيرات وبشرك لعمل الصالحات ما سألت إيضاحه باختصار في القول من أن أجرام العناصر والجرم الأقصى كروية الشكل بالقول الطبيعي ليكون ذلك كالتذكرة لما قلنا في ذلك في مواضعه الخاصة ومخففاً عليك مؤنة النظر في الكثير من القول؛ فرسمت من ذلك قدر ما ظننته موافقاً لقوة نفسك الفاضلة وبراعة فهمك الكاملة وبالله التوفيق.

فلنقل الآن: إن كان قد ثبت أنّ الحركة على الوسط للجرم الأقصى أنّه لا يمكن أن يكون جرم لا نهاية له فإن نهاية الجرم الأقصى المتحرك على وسط أبعاد نهاياته من الوسط بعداً واحداً أو لا يكون كذلك، فإن كان كذلك فإن جرم الكل كروي اضطراراً، وإن كان ليس أبعاد نهاياته من وسط الكل بعداً واحداً فقد يمكن أن يكون فيه كرة ذات نهاية بعد نهاياتها من وسط الكل بعداً واحداً. فإن كان قد ثبت أنه ليس خارجاً من جرم الكل خلاء ولا ملاء، أعني جسماً أو فراغاً فليس يمكن للجرم الأقصى أن يتحرك على وسط الكل وهو ذو قواعد وزوايا فإن الجرم/ (ص 183و) الذي ليس بكروي ذو قواعد وزوايا اضطراراً.

برهان ذلك أن ذلك لا يمكن فإن كان يمكن فليكن ذو قواعد وزوايا كشكل (أ ب جـ د ه) وشكل الكل علامة (و) ونصل (و) بزاوية (أ) ونخرج

خطاً يكون عموداً على قاعدة (أ ب) وهو خط (و ح) مساوياً خط (أ و) فهو يقاطع خط (أ ب) على زوايا قائمة، ونعلم حيث قطع خط (أ ب) علامة (ز) فإن (و) زاويـــة قائمـة فـ (أ و) قطر (ز و) فـ (أ و) أطـــول من (و ز).

وليتحرك إن أمكن ذلك جرم (أ ب جـ د ه) على (و) التي هي وسط الكل ولا فراغ خارج من جرم (أ ب جـ د ه) ولا جسم حتى تنتهي علامة (أ) إلى موضع علامة (ح) وقد كان لا فراغ ولا ملاء في مسافة (ز ح) وقد نكتب فيها نقطة (أ) فقد كانت فارغة إذن وزال عنها جسم صار في مكان زاوية (ب أ) فقد كانت مساوية (ز ح) إما خلاء وإما ملاء.

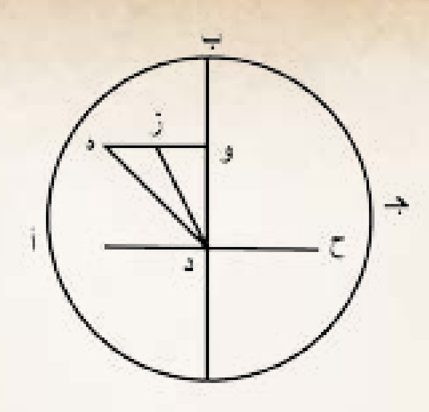


وقد فرض أنه ليس خارج من علامة (ز) خلاء ولا ملاء فهذا خلف لا يمكن، فليس يمكن جرم (أ ب ج د ه) أن يتحرك على وسط الكل الذي هو علامة (و) إذ هو ذو قواعد وزوايا فنهاية الجرم الأقصى إذن إذ هو متحرك على وسط الكل سطح كروي.

والأشياء التي تتحرك إلى الوسط بطباعها -أعني الأرض والماء- إذ منها ما يسبق إلى الوسط ومنها ما يتلوه فهي إذن بطباعها تسلك إلى الوسط وتقف عند أقرب المواضع من الوسط التي يمكنها أن تصير إليها فليس يقف شيء منها بينه وبين الوسط فراغ من أرض أو ماء

حتى ينتهي إلى الوسط أو ما يسبقه إلى الوسط فإن هذين الجرمين محيطان بالوسط إحاطة كرويّة، فإذاً لا فراغ. فإن ما بينهما وبين الجرم الأقصى كروي، وإذ كل ما بين من باطنه كروي آخر من ظاهره وهما على مركز واحد كروي اضطراراً، فإن المحرّك كما ذكرنا كروي النهاية وأيضاً كروي الداخل، لأنه إن تحرك في داخله ذو زوايا امتزج واختلط إن كان سيالاً يمكنه الاختلاط وإن كان غير سيال -أعني منحصراً في ذاته- إما أن يقف الجرم الأقصى فلا يتحرك وإما أن يتحرك منه ما لم يكن فيما بين زوايا الجرم الذي في باطنه ويكون المتحرك حركة مستديرة منه كروي الباطن وبعد سطح كرته من وسط الكل كبعد الزوايا التي لباطنه من وسط الكل؛ فإذن جرم الكل كروي اضطراراً وذلك ما أردنا أن نبين. هـ

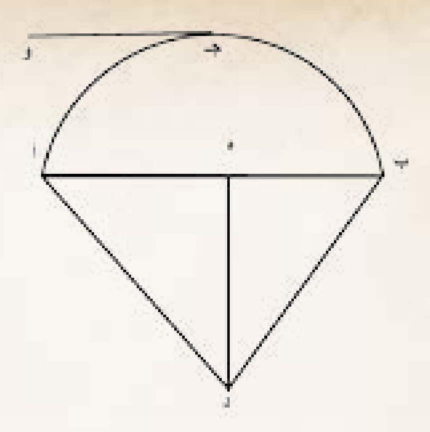
ولنقل إن الذي طباعه أن يتحرك إلى وسط الكل لا يخلو من أن يكون أبدع في الموضع الذي خاصته أن يقف فيه، أو إنما أُبْدِع مُنبثاً في الكل فذهب إلى الوسط بجميع أجزائه يقبل من الكل إلى الوسط، وأسبقها يقف في الوسط وما قرب من الوسط من كل جهة ثم الذي يليه أبداً كذلك حتى تصير جميعاً في الوسط وما يلي الوسط فتكون أبعاد المختلفة منها من الوسط بعداً واحداً، وإما أن يكون أبدع مجتمع الأجزاء في موضع واحد أو مواضع عدة خارجة عن الوسط فإنّ كانت في مواضع عدة أقبلت من كل جهة إلى الوسط فإن زحمت عليه بقواها في الذهاب إليه وعصر بعضها بعضاً وتلاقت وصارت في مواضع ما كان بينها من جسم الهواء، فصارت محيطة بالوسط فإن بقي منها شيء بعده من الوسط أكبر من بعد غيره وكان له سبيل الى الوسط أقرب من سلوكه على خط مستقيم على ما تحته من الأرض انفصل وسلك في السبيل الأقرب الى الوسط، وكذلك إن اندفع من موضع واحد من العالم خارج عن الوسط.



مثال ذلك أنا نفرض الجسم الأقصى دائرة (أ ب جـ) ووسط الكل علامة (د) والجرم السالك إلى الوسط جرم (ه ز و) فأقول إن كل جزء من جرم (ه ز و) سلك إلى الوسط من موضعه فهي تسلك على خط (ه ز د و ز) على خط (و د) فهي إذن تحيط بعلامة (د) وكل أجزاء (ز ه) وكذلك تسلك إلى علامة (د) فتحيط بعلامة (د) لا يمكن غير ذلك، فإن أمكن وسلك الجرم بكليته فانتهت (ز) إلى علامة (د) والجرم متصل كهيئة فإن (ز) إن صارت إلى علامة (د) صارت وعلى علامة (ح) وهي على علامة (ط) فإذن/ (ص 183ظ) ليس جزء من أجزاء جرم (ه و ز) يصير إلى علامة (د) التي هي الوسط إلا جزء (ز) فقط لأن (ز) إذا وقفت عند (د) وقفت الباقية خارجاً عن الذي فرض أن أجزاء جرم (ه ز و) كلها تسلك إلى (د) وهذا خلف لا يمكن، فإذن ليس يسلك جرم (ه ز و) إلى (د) وهو متصل بل وهو متباين الأبعاض وكل واحد منها يسلك إلى (د) وكل واحد منها يقف في (د) وحول (د) على قدر سبقها وتخلفها.

فالأرض اضطراراً تكون كروية على وسط الكل وذلك ما أردنا أن نبين، وإذ ذلك كذلك فلنبين أن سطح الماء كروي أيضاً وإن كان على سطح من الأرض وهو غير كروي.

مثال ذلك أن نفرض السطح المهيأ من الأرض غير كروي خط (أ ب) ووسط الكل علامة (د) والعلامة التي تفصل علامة (أ ب) بنصفين علامة (ه) ونخرج منها خطاً إلى (د) وقوس (أ جـ ب) مركزه الأرض، ونصل (أ جـ ب ب و) وليكن (أ ب جـ د) في سطح ونتمم (د ه) إلى (جـ) فخطوط (أ ب ب جـ جـ د) متساوية لأنها من مركز (د) إلى محيط (إ جـ ب و د ه) بعض (جـ د و جـ د) مساوٍ لكل واحد من خطى (أ د د ب و ه د) أصغر من كل واحد من خطى (أ د ب د و ه د) عمود والماء بطبعه يسيل إلى المركز فإن حُجِبَ عن المركز - أعني عن مركز الكل- فإلى أقرب المواضع إلى مركز الكل فإذن الماء إن سال من علامة (أ) على سطح (أ ب) سال على علامة (ه) لأنها أقرب إلى (د) من (أ) ومن (ب) وكذلك إن سال من (ب) وقف عندها، وكذلك إن سال دائماً إلى جهة (ه) حتى ينتهي إلى علامة (جـ) يصير بعده من (د) كبعد (أ) من (د) (و ب) من (د) فلا يسيل إذا صار إلى المواضع التي بُعّدها من (جـ) بعد واحد الى جهة من الجهات لم يقف سطح ظاهره مع قوس (أ جـ ب) لا يمكن غير ذلك، فإن سال إلى غير ذلك الموضع الأبعد من (د) التي هي وسط الكل فإنه إن سال من (جـ) أو (أ) أو (ب) فإنه يسيل الى موضع أبعد من ذلك الموضع الذي سال منه من (د). فإذن إنما يتباعد بحركته الطبيعية من وسط الكل، وقد قيل إن الماء بطباعه يتحرك إلى وسط الكل وفرض ذلك، فهذا خلف لا يمكن، فإذن ليس يمكن أن يكون سطح الماء غير كروي وذلك ما أردنا أن نبين. هـ



فقد تبين من جهة الطبيعة أن سطح الماء كروي وأيضاً أن جميع العناصر والجرم الأقصى كروية.

ويمكن أن نبين أن جرم الكل كروي من الصناعة الرياضية فلنكمل الآن هذا الفن بتأييد ذي القدرة التامة وعزته. هـ

تمت الرسالة والحمد لله رب العالمين وصلواته على رسوله محمد وآله أجمعين./ (ص 184 و).

3.4.7 حساب ارتفاع الجبال

ذكر المؤرخ فؤاد سزكين رسالة (وجدان أبعاد ما بين الناظر ومراكز أعمدة الجبال وعلو أعمدتها). وقد عثرنا على نسختين منها اعتمدناهما في التحقيق هنا:

- النسخة الأولى: موجودة في آيا صوفيا 17/4832 (30و-32و)، ويعود تاريخ نسخها للقرن (5هـ/ 11م). وهي الأصح والأدقّ. ورمزها (صو1).
- النسخة الثانية: موجودة في آيا صوفيا 14/4830 (30و- 32 و)، ويعود تاريخ نسخها للقرن (7هـ/ 14م). ورمزها (صو2).



(الشكل 2.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة الكندي في إيضاح وجدان أبعاد ما بين الناظر ومركز أعمدة الجبال وعلوّ أعمد الجبال، مكتبة آيا صوفيا -1



(الشكل 3.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة الكندي في إيضاح وجدان أبعاد ما بين الناظر ومركز أعمدة الجبال وعلوّ أعمد الجبال، مكتبة آيا صوفيا -2

بسم الله الرحمن الرحيم   العزة لله (ص2: وبه نستعين)

رسالة الكندي (صو+2 يعقوب بن اسحق) في إيضاح وجدان أبعاد ما بين الناظر ومراكز أعمدة الجبال وعلو أعمدة الجبال (صو+2 وعلم عمق الآبار وعروض الأنهار وغير ذلك وهي تسمى مورسيطس)

أما بعد؛ فحاطك الله بصنعه وأيّدك بتوفيقه، ووهب لك علماً نافعاً يحرسك به من الزلل ويؤديك به إلى طاعته. إنّ الذي سألت عنه من الحيلة في معرفة البُعد الذي بين علامةٍ مفروضةٍ وبين مركز عمود جبلٍ مفروضٍ وعلم عمود الجبل المفروض ينقسم إلى نوعين (ص2: لنوعين) من الحيَل:

- أحدهما حيلة وجدان المطلوب من ذلك.

- والنوع الآخر حيلة وجدان برهان المطلوب.

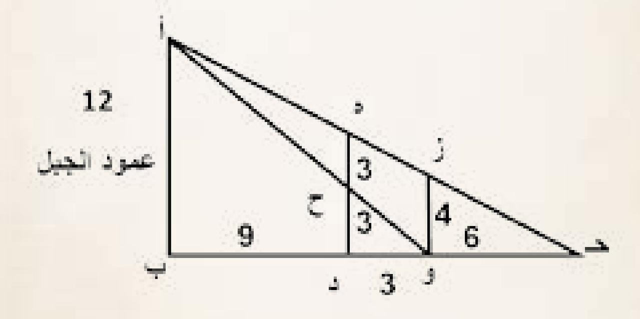
فلذلك إذاً يكون وجدان ذلك بحيلتين إحداهما كليّة، والأخرى جزئية، ولأنّ العلم التّام إنما يكون في الكليات إذْ هي متناهية محدودة، وأما علم الجزئيات فليس بتام لأن الجزئيات غير متناهية وما لم يتناها لم يُحط به علماً وما لم يحُط به علماً فليس بمعلوم.

فلنقدّم إذاً علماً كلياً يبين عن وجدان أبعاد مراكز أعمدة الجبال المفروضة من أيّ موضع فرض، وعلو أعمدتها ليكون محاطاً به ببرهان مساحي، ثم ليتلوا ذلك علماً جزئياً يتبع (صو2: ويتبع) ذلك البرهان ويكون سبيل مؤديه إلى وجدان هذه الأبعاد وجوداً صحيحاً غير ناقص وإن لم يكن وضعاً برهانياً تاماً (صو2 + تاماً).

فلنرسم لذلك مثالاً هو خط أ ب عمود الجبل ويكون خط ب حـ على بسيط الأرض قائم من أ ب على زاوية قائمة، وبمقدار(صو2: ونصل) أ حـ ويتعلم على خط ب حـ علامتي و و د فخرج (صو2: ونخرج) من علامة د عمود د ه، ونخرج من علامة و عمود و ز ونخرج خطاً من أ إلى و ويتعلم حيث قطع خط أ و خط د ه علامة ح ونفرض وز (صو2: ه حـ) معلوماً مقسوماً بأقسام كم شيء، وكذلك د و مقسوم (صو2 + بأقسام كم شيء وكذلك د و مقسوم) بمثل أقسام (صو2: بأقسام) ه د ليُعلم خروج حـ أ خط على كم يقع منها من أقسام ه د ليسهّلً علينا العمل (صو2 – العمل)، فيكون ه ح معلوم و حـ ه معلوم و حـ و معلوم و و د معلوم فأقول إنّ الذي هو عمود الجبل يكون معلوماً.

برهان ذلك أنّ حـ د معلوم و و د معلوم فيبقى حـ و معلوم و ز و و د ه متوازيان فمثلثا ز حـ و حـ د متشابهان؛ فنسبة حـ و إلى و ز كنسبة حـ د إلى د ه فإذاً (صو1: و) د ه معلوم، و مثلثا أ ه ح و ز متشابهان لأن ز ه و (صو2 – و) ه ح متوازيان وهما معلومان؛ فنسبة ه ح إلى حـ أ كنسبة ز و إلى و أ، ومثلث أ و ب قُطع بخط د ه وهو موازٍ لقاعدته فمثلثا أ و

ب و حـ و د متشابهان فنسبة أ حـ إلى حـ و كنسبة ب د إلى ب و ونسبة أ ح إلى أ و كنسبة ب د إلى ب و فنسبة ه ح إذن (صو2 – إذن) إلى ز و المعلومة كنسبة ب د إلى ب و فنسبة ب د إلى ب و إذاً معلومة، وإنْ فصّلنا فنسبة ب د إلى د و معلومة و د و معلوم فإذاً ب د معلوم وإذاً ب و كله معلوم ونسبة و د إلى د ح كنسبة و ب إلى ب أ فإذاً ب أ معلوم وذلك ما أردنا أن نبين (صو2: بيانه).



(صو2 – الأرقام من على الشكل)

فنفرض حـ د 9 (صو2: تسعة) و و د 3(صو2: ثلاثة) فتبقى حـ و (صو2: ستة) ونفرض ز و 4 و د ح 3 ومثلثا ز حـ و ه ح د متشابهان كما قدمنا، فنسبة حـ و إلى و ز كنسبة حـ د إلى ز ه فنضرب 4 (صو2: ونضر أربعة) الذي هو خط و ز في 9 (صو2: تسعة) الذي هو خط حـ د فيجتمع من ذلك 36 (صو2: ستة وثلاثون) فنقسم ذلك على 6 (صو2: ستة) الذي هو خط حـ و فيخرج 6 (صو2: ستة) الذي هو خط د ه و ه ح 3 (صو2: ثلاثة) كما فرضنا فيبقى حـ د 3 (صو2: ثلاثة) أيضاً، وقد تبين أنّ نسبة و ز إلى ه ح كنسبة ب و إلى ب د فإذا فرضنا ب و واحداً وتضعيف ب و بـ (صو2: في) ه ح مساوٍ تضعيف و ز بـ (صو2: في) ب و فالذي (صو2: الذي) يكون من قسمة المجتمع من تضعيف ب و الذي

هو واحد بـ (صو2: في) ه ح الذي هو 3 (صو2: ثلاثة) على ز و الذي هو 4 (صو2: أربعة)، هو ب د فإذا <كان> ب د ثلاثة أرباع واحد و و ب واحد فإذاً د و ربع واحد فإذاً ب د ثلاثة أمثال د و وقد كان تقدم أنّ د و 3 (صو2: ثلاثة) فإذاً ب د تسعة وإذا ب و اجمع 12 (صو2: اثنا عشر) فقد عُلم بعد ب الذي هو مركز عمود الحبل الذي هو أ ب من كل واحدة من علامتي د و. ومثلثا أ ب و و ح د و متشابهان نسبة د و إلى د ح كنسبة ب و إلى أ ب فالذي يكون من قسمه ما يجتمع من تضاعف ب و الذي هو 12 (صو2: اثنا عشر) في د ح الذي هو 3 (صو2: ثلاثة) على د و الذي هو 3 (صو2: ثلاثة) أيضاً (صو1 – هو ب د فإذا. .. أيضاً) هو أ ب و أ ب 12 (صو2: اثنا عشر) فقد عُلم عمود أ ب وذلك ما أردنا أن نبين (صو1 – أن نبين).

فإذا نصبنا عمودي ه د و ز على خط واحد ينتهي إلى عمود الجبل، وصيرنا مركز الإسطرلاب نقطة و وهي موضع البصر لنخرج خط سمت النظر إلى علامة أ قلة الجبل وهو على علامة ح ثم نقلنا مركز الإسطرلاب إلى علامة ح موضع البصر أيضاً لنخرج خط سمت النظر إلى علامة أ على علامتي ز ه وتعرفنا أبعاد حـ د / (ص 218ظ) و د ز و ه ح، علمنا من ذلك بما قدمنا بعد ب و وبُعد أ ب.

ولنضع لذلك باباً من الحساب لتكون أسهل إدراكاً على من لم يبلغ هذه المرتبة من علم الهندسة. تنصب (صو2: فتنصب) عموداً معلوم الطول يحاذي د أ (صو1: ما) العلوّ المقصود إلى علم ارتفاعه ليكون موازياً لعمود ذي العلو (صو1: عمود العلو) ثم يُقاس بالإسطرلاب على علوٍ من الأرض معلوم حتى يخرج النظر من ثقب شظية عضادة (صو1 – عضادة) الإسطرلاب السفلى إلى ثقب شظيته العليا من موضع معلوم من العمود إلى (صو1: الذي) رأس ذي العلو المطلوب علم ارتفاعه، ثم تستأخر الإسطرلاب عن ذلك الموضع على خط مستقيم من العمود والجزء الأعلى من ذي العلو، ويكون مركز الإسطرلاب في هذا الموضع

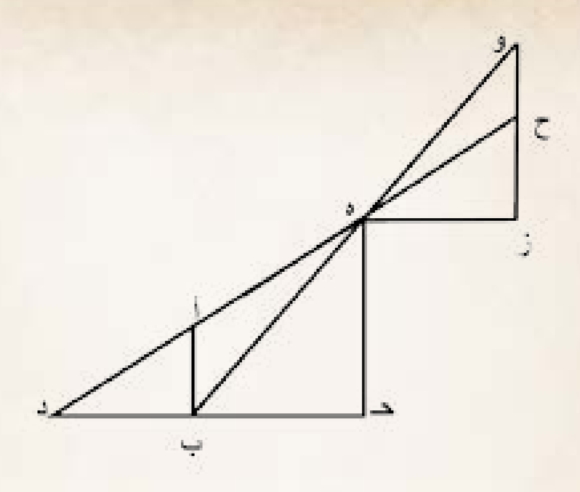
ومركزه في الموضع الأول في خطٍ واحد يُقاطع العمود على زوايا قائمة، وتنصب في موضع الإسطرلابً الأول عموداً آخر تنظر إلى طرفه بالعضادة حتى يخرج النظر عليه أو على رأس ذي العلو والعلامة الأخرى من العمود الأول، ثم يعلم بُعد ما بين العلامتين اللتين مرّ عليهما النظر من العمود الأول وطول العمود الثاني، ثم تقسّم بُعد ما بين اللتين مرّ عليهما النظر (صوا - من العمود الأول وطول العمود الثاني، ثم تقسّم بُعد ما بين اللتين مرّ عليهما النظر) إلى رأس ذي العلو العمود الأول على العمود الثاني فإنه يخرج أقل من واحد فليسمّ (صوا: فيسمّى) الدليل الأول ثم ليلقى من واحد فما بقي فليسم الدليل الثاني، ثم نضرب بُعد ما بين العمودين في الدليل الأول ونقسم على الدليل الثاني فما خرج فليزاد عليه بُعد ما بين العمودين فما اجتمع فهو بُعد أصل عمود ذي العلو من العمود المنصوب الثاني، ثم ألقي ما بين العلامة السفلى من العلامتين اللتين يمرّ عليها النظر من العمود الأول وبين الأرض قدر علو مركز الإسطرلاب من الأرض، ثم اضرب ذلك في بعض أصل عمود ذي العلو من أصل العمود الثاني من المنصوبين واقسمه على بُعد ما بين العمودين المنصوبين فما خرج فزد عليه علو مركز الإسطرلاب من الأرض فما اجتمع فذلك علوّ رأس ذي العلو المطلوب علمه من الأرض وذلك ما أردنا بيانه.

كيف تعلم ارتفاع عمود منصوب ونحن أعلى منه على موضع ناءٍ عنه بشكلٍ آخر (صوا - بشكلٍ آخر)

إذا أردنا أن نعلم ارتفاع عمود منصوب ونحن أعلى منه على موضع ناءٍ عنه بشكل آخر (صوا - إذا أردنا أن نعلم ارتفاع عمود منصوب ونحن أعلى منه على موضع ناءٍ عنه بشكل آخر). مثال ذلك أنا نفرض العمود الذي أردنا علم كميته عمود $\overline{أ ب}$ وبُعد الموضع الذي نحن فيه منه بُعد $\overline{ب حـ}$ و $\overline{أ ب}$ قائم على خط $\overline{ب حـ}$ على زاوية قائمة فنخرج عموداً على $\overline{حـ}$ معلوماً وهو عمود $\overline{حـ د}$ ونخرج خطّاً في موضع $\overline{د ز}$ موازياً لخط $\overline{ب}$

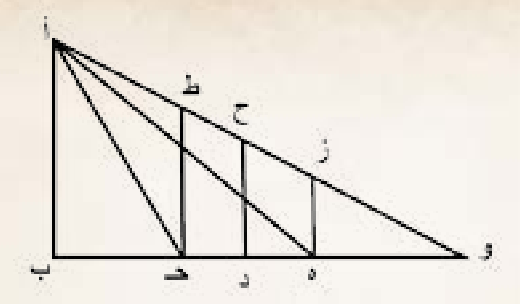
حـ ونقيم على ز عمود و ز ونفرض ز د معلوماً ونضع أبصارنا من خط ز و على موضع يخرج منه النظر على شعاع يمر بنقطة د وينتهي إلى ب وهو علامة و ونعلم خط و ز ما هو ونضع أيضاً أبصارنا على موضع و ز من خط ز و نخرج منه الشعاع على علامتي ه د أ وننتهي إلى علامة من خط د ب إذا أُخْرِجَ على استقامة من علامة ب وهي علامة ه ويُعلّم على مخرج ذلك الشعاع من خط و ز علامة ح ويُعلّم ح ز ما هو أيضاً؛ فنسبة (صو2: ونسبة) حـ د إلى د ه كنسبة ح ز إلى د ه (صوا1 - كنسبة ح ز إلى د ه)، لأنّ مثلثي د ح ز د حـ ه متشابهان، وذلك أنّ خط ح ه وقع على خطي و ز حـ د المتوازيين فتصير زاوية ه د حـ الخارجة مثل زاوية ه ح ز الداخلة وزاويتا و ز د د حـ ه قائمتان، فتبقى زاوية ح د ز مثل زاوية ه د حـ فإذاً خط حـ ه معلوم إذ د حـ معلوم.

وأيضاً نسبة و ز المعلوم إلى ز د المعلوم (صوا1 - إلى ز د المعلوم) كنسبة د حـ المعلوم إلى حـ ب المجهول فإذاً حـ ب معلوم لأن مثلثي و ز د د حـ ب متشابهان؛ لأن زاويتي حـ ز د ز حـ ب قائمتان وخط و د ب وقع على خطي و ز د حـ المتوازيين فتصير زاوية ب د حـ الخارجة مثل زاوية و د ز الداخلة ولذلك خط ب د معلوم لأن الذي يكون من ب د في نفسه مثل الذي يكون من د ز في نفسه و د ب في نفسه مجموعين فإنّ (صو2: و و ب ح) معلوم و ب حـ معلوم؛ فإن (صوا1: فـ) ب ه معلوم ونسبة أ ب إلى ب ه كنسبة د حـ إلى حـ ه لأن مثلثي أ ب ه د حـ ه متشابهان أيضاً، لأن زاوية د ه ب مشتركة لمثلثي أ ه ب د ه حـ و أ ب يوازي د حـ فإذن أ ب معلوم وذلك ما أردنا أن نبين (صوا1 – أن نبين)./(ص219و)

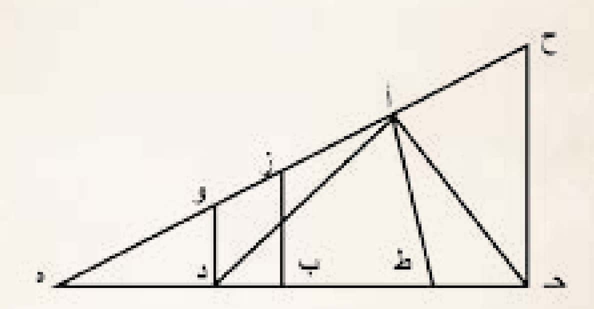


كيف نعلم ارتفاع ضلع جبل أو عمود منصوب بشكل آخر

إذا أردنا أن يُعلم ارتفاع ضلع جبل أو عمود منصوب بشكل آخر (صو1 - كيف نعلم. .. بشكل آخر). شكل في ارتفاع ضلع الهرم الجبل على هذه الصورة (صو2 - شكل في ارتفاع ضلع الهرم الجبل على هذه الصورة). **مثال ذلك** خط أ ب كأنه ضلع جبل أو عمود منصوب على هذا الوصف (صو1: النصب)، فإذا أردنا معرفته فإنّا نُخرج مسقط حجر نقطة أ فيكون خط أ ب ونقيم على نقطة حـ عمود ط حـ فيكون أ ب معلوم كما بينا وعملنا في الشكل الأول في إخراج عمود الجبل و ب و معلوم وإن شئت فإن (صو1: فـ) ب ه معلوم، فيحل (صو1: يميل) التدبير الأول فيكون (صو1: بكون) (صو1: خط) معلوم و د ه معلوم فيبقى ب حـ معلوم و د ه قد قيل إنه معلوم (صو1 + قد قيل إنه معلوم) فيبقى (صو1: فـ) ب حـ إذن (صو2 - إذن) أ حـ معلوم لأن حـ ب و ب أ كل واحد في نفسه مجموعين مثل أ ب في نفسه وذلك ما أردنا أن بيانه (صو2: نبين).



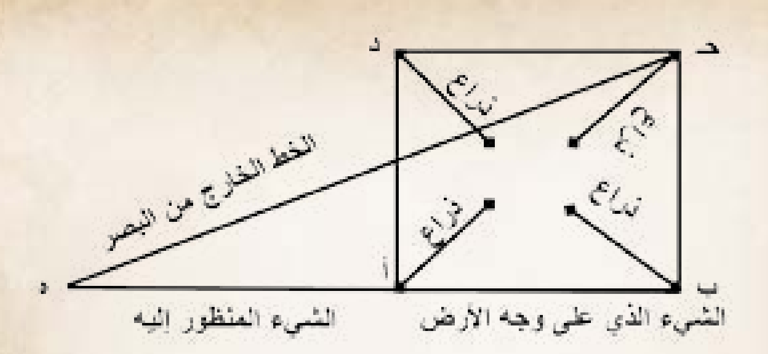
وكذلك إذا أردنا علم خط أ حـ وهو على هذا النصب (صو1: النصف) أيضاً فإنا نخرج عمود أ ط ونخرج من نقطة حـ عمود حـ ح، ونصل ح أ فيكون ه حـ معلوم و حـ ح معلوم و د أ معلوم (صو1 – و د أ معلوم) فإذا (صو1: ف) أ د معلوم بمثل التدبير الأول، لأن حـ ح و ح أ كل واحد في نفسه مجموعين مثل أ حـ في نفسه وذلك ما أردنا أن نبين.



عمل آلة يدرك بها المنظور إليه على بسيطٍ من الأرض

إذا أردنا أن يعمل آلة يدرك بها المنظور إليه على بسيط الأرض (صو1 – إذا أردنا أن يعمل آلة يدرك بها المنظور إليه على بسيط الأرض)، فإنّا نتخذ مربعة معتدلة من نحاس أو خشب من أربعة قضبان أو كيف تهيأ، ثم نُصيّر في ثلث زواياه منها زوانجات منتصبة في سطح واحد على خطوط مستوية تحيط بزوايا قائمة ونصير في الضلع الذي

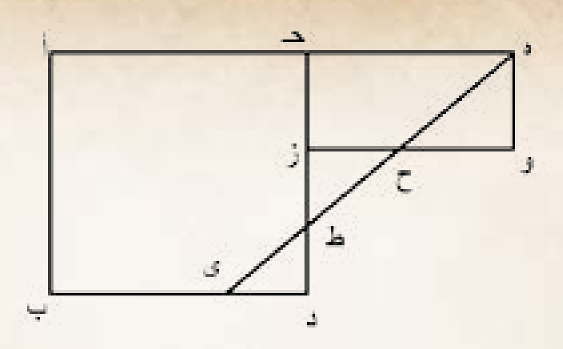
يلي أحد الزوانجتين اللذين في طرف الخطين المحيطين بالزاوية التي فيها الزوانج المتوسط فرض على خط مستقيم يأتي (صو1: يلي) خط تربيعها ويقسم ما دون ذلك الخط من الأجزاء مما أمكن في اللطافة؛ فالمربعة (صو1: فالمربعة) مربعة أ ب حـ د وتكون الزوانجات (صو1: الذي الحاق) التي عليها الخطوط المستقيمة المحيطة بالزوايا القائمة على الزوايا هي زوانجات أ ب حـ وخط أ د هو الذي فيه الفرض الذي قسمناه بالطافة (صو1: باللطف) ما أمكننا من الأجزاء، وابتداء القسمة من طرف الخط من علامة ونصيّر حفر العرض شمعاً، فإذا فرغنا من تهيئة هذه الآلة على ما وصفنا نصبنا هذه المربعة نصباً معتدلاً حتى يكون سطحها موازياً لسطح الأفق وسطر من علامة حـ ويجري الزوانج حتى يخرج النظر من أبصارنا من علامة حـ (صو2 - يجري الزوانج حتى يخرج النظر من أبصارنا من علامة حـ) ويمرّ بالزوانج الذي هو و وإلى المنظور إليه وهو علامة ه، ثم نقرّ (صو2: وبفرض الآلة في موضعها وموضع البصر كما هو، وأين بلغ الزوانج أعني زوانج (صو1 – و) ويعرف موضعه بشدة بذلك الشمع في موضعه على النقطة المشتركة لخط أ د، ثم بُعد ما بين د إلى و فيعلم كم هو من الأجزاء؛ فنسبة د و من الأجزاء إلى د أ كنسبة حـ ب إلى خط د ه فإذاً (صو1: فـ) ب ه معلوم، لأن حـ و معلوم ونسبة د و إلى د حـ كنسبة أ ه إلى أ ه كنسبة حـ ب إلى و أ د مثل حـ د فإذا نسبة د و إلى د حـ كنسبة حـ إلى ب ه وذلك ما أردنا أن نبين (صو2: بيانه).



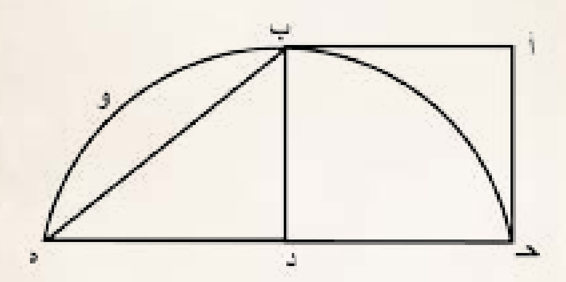
(الشكل ناقص من صو2)

عمل كونيا طريف

ليكن المربع من الكونيا مربع أ ب حـ د والزائد على المربع المتصل مع خط أ حـ وعلى حـ د مربع حـ ه و ز مرّ خط حـ د و د ه أطول من حـ د ويقسم زاوية حـ ه و بنصفين بخط حـ ط ي المستقيم ويفرض ح حيث يقاطع خط ه ي خط و ز و ط حيث قاطع خط ه ي خط حـ د ويفرض ي من خط ب د ويقطع مثلث ط د ي ويرمي بهما وما بقي فهو الكونيا وهو أ ب ي ط ح ه حـ فله زوايا قائمة ظاهرة وباطنة، وأنصاف زوايا وزاوية ونصف؛ فأما الزوايا القائمة فـ أ ب أ ب ي وهذه/ (ص 219ظ) ظاهرة. وأما الباطنة فزاوية ح ز ط قائمة باطنة. فأما الحادة النصف قائمة فزاوية أ ه ي وأما القائمة ونصف فزاوية ح وزاوية د ط ي وذلك ما أردنا أن نبين.



إذا أردنا أن نعمل الكونيا الرومي فإنا نتخذ نصف دائرة من خشب صُلب وهي نصف دائرة حـ ب ه وقطرها حـ د ه ثم يربع على خط حـ د مربع ب د حـ أ ثم يخرج خط ب ه فالكونيا هو أ ب ه د حـ أ ونرمي بقوس ب و ه وذلك ما أردنا أن نبين (صو2 - عمل كونيا طريف. .. أن نبين).

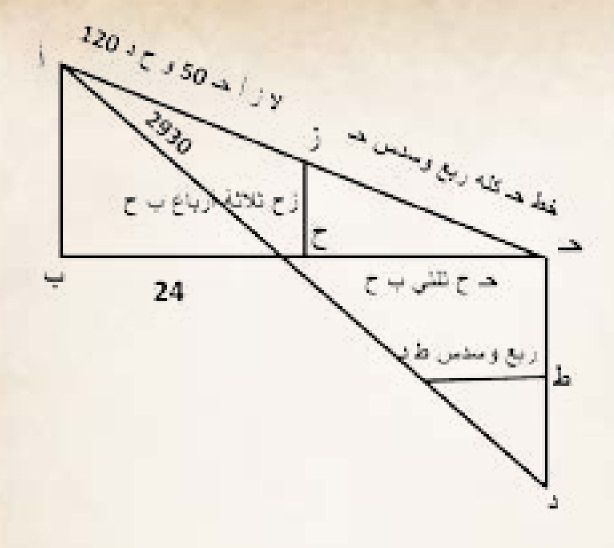


آلة يعلم بها عمود كل جبل وطول كل حصن وكل ما لا يوصل إلى أصله (صو1: مثله)

إذا أردنا أن نعلم كم طول عمود الهرم أو بعض الجبال فإنا نضع لك صورة ونتوهمها هذه الصورة ونجعل صورة عمود الجبل خط أ ب، فإذا أردنا (صو1: وأردنا) معرفته فإنا ننحا ناحية منه ونقيم بإزاء العمود الذي هو خط أ ب عموداً على الأرض على زاوية قائمة ثم ينظر من بين بذي العمود من الأرض (صو1 - على زاوية قائمة ثم ينظر من بين بذي

العمود من الأرض) حتى يخرج لنا خط شعاع (صو1: الشعاعي) يمرّ على رأس العمود ورأس الهرم ونكتب على العود ز حـ وموضع العين (صو2: ع) من الأرض حـ فصار من حـ إلى أصل القائم وهي نقطة ب خطاً على الأرض (صو1 - حـ فصار من حـ إلى أصل القائم وهي نقطة ب خطاً على الأرض) مجهولاً فحدث حينئذ مثلث حـ ب أ وزاوية ب منه قائمة وأحد أضلاعه عمود الهرم وهو أ ب والضلع الثاني خط شعاعي في الهواء وهو حـ أ والضلع الثالث خط على الأرض وهو حـ ب مجهولة كلها وحدث فيه مثلث صغير وهو مثلث حـ ح و معلوم الأضلاع، لأن أحد أضلاعه العود الذي أقمناه وهو ز حـ معلوم، والضلع الثاني من نقطة حـ إلى ح خط على الأرض وهو أيضاً معلوم (صو2: وهو معلوم أيضاً)، والخط الثالث من حـ إلى ز خط شعاعي يُقدر على معرفته فعرفناه، وهذا المثلث الصغير المعلوم في جوف المثلث الكبير المجهول وزاوية ح من هذا المثلث الصغير قائمة، وهذا المثلث الصغير المعلوم مناسب للمثلث الكبير المجهول، ثم رجعنا إلى نقطة العين (صو2: ع) التي على الأرض وهي نقطة حـ فأخرجنا (صو2: خرجنا) منها خطاً على زاوية قائمة تمرّ على الأرض إلى حيث شئنا ثم علمنا على طرفه د فصار هذا الخط خط حـ د، ثم أقمنا في موضع منه عموداً أيضاً ونظرنا من نقطة ز وهي موضع البصر أيضاً هاهنا حتى يخرج (صو2: خرج) لنا خط شعاعي يمر على رأس العود الذي أقمناه حتى ينتهي إلى رأس الهرم إلى نقطة ثم كتبنا على العود الذي أقمناه ه ط فحدث حينئذ مثلث كبير أيضاً، وهو مثلث د حـ أ وزاوية د منه قائمة وأحد أضلاعه الخط الذي يمرّ على الأرض وهو خط د حـ والخط الثاني شعاعي وهو خط د ب والخط الثالث شعاعي أيضاً وهو خط د ب وأحد أضلاع هذا المثلث معلوم وهو خط د حـ الذي يمر على الأرض والباقيان مجهولين وحدث فيه مثلث صغير، وهو مثلث د ط ه (صو2 - مثلث صغير وهو مثلث د ط ه) وزاوية ط منه قائمة وأحد أضلاعه ه ط العود الذي أقمناه وهو معلوم، والثاني (صو2 - أقمناه

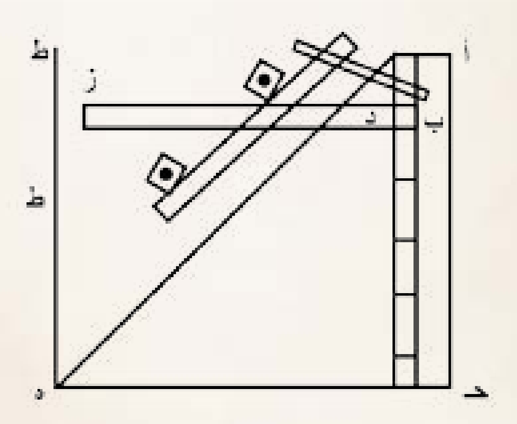
وهو معلوم، والثاني) خط ط د على الأرض معلوم أيضاً، والخط الثالث د ه شعاعي معلوم أيضاً، وهذا المثلث الصغير مناسب للمثلث الكبير، فلما فرغنا من هذه الصفة والعمل أردنا أن نعلم كمية عمود الهرم فاحتجنا إلى المناسبة فقلنا خط حـ أ الشعاعي مجهول وخط حـ د ممدود (صو2: محدود) على الأرض معلوم، وخط ط د منه معلوم أيضاً و ط ه العود الذي أقمناه معلوم أيضاً فخط أ حـ الأول وخط حـ د الثاني وخط ه د الثالث وخط ط د الرابع فقدر أ حـ من حـ د كقدر ه ط من ط د و ط د بعض حـ د فنضرب الثاني وهو حـ د المعلوم كله في الثالث وهو ط ه العود القائم المعلوم فما اجتمع قسمناه على ط د الرابع الذي هو بعض حـ د فما خرج وهو خط حـ أ الشعاعي المجهول الأول، وقد كان حـ ز منه معلوم فبقي ز أ منه معلوماً فحينئذ نعلمه كله، ثم نرجع إلى حـ أ الذي/ (ص 220و) هو علمناه فنقول قدر حـ ز منه المعلوم وهو الأول من د أ الباقي منه وهو الثاني وهو معلوم أيضاً كقدر حـ ح وهو معلوم وهو الثالث من حـ ب وهو الرابع وهو المجهول فنضرب الثاني وهو ز أ في حـ ح وهو الثالث فما اجتمع نقسمه على حـ ز الأول فما خرج فهو حـ ب الرابع فحينئذ يكون جميع ب حـ معلوماً و حـ أ معلوم فنضرب أ حـ في مثله ونضرب حـ د في مثله (صو2 – ونضرب حـ د في مثله)، ثم نلقي ما اجتمع من حـ ب في مثله فما اجتمع من حـ أ في مثله فما بقي من ضرب حـ أ أخذنا جذره فما كان فهو خط أ ب المطلوب وهو عمود الهرم، ثم جعلناه عدداً كان خط حـ ب كله 40 (صو2: أربعين) فضربناها في مثلها فكانت 1600 (صو2: ألف وستمائة) وخط حـ أ 50 (صو2: خمسون) فضربناها في مثلها فكانت 2500 (صو2: ألفين وخمسمائة) فألقينا الأقل من الأكثر فبقي 900 (صو2: تسعمائة) فأخذنا جذرها فكان 30 (صو2: ثلاثين) وهو خط أ ب وهو عمود الهرم وذلك ما أردنا أن نبين.



آلةٌ أخرى نعلم بها ارتفاع الشيء القائم إذا أردنا أن نعمل.

آلةٌ أخرى يعلم بها ارتفاع الشي القائم فإنّا (صـو1 - آلة أخرى نعلم بها ارتفاع الشيء القائم إذا أردنا أن نعمل. آلة أخرى يعلم بها ارتفاع الشي القائم فإنا) نتخذ هذه الآلة من خشب على ما ترى وهو عمود أ حـ ثم نقسمها أقساماً (صـو2: بأقسام) على ما يرى ثم نتخذ لها مسطرة د ز مقسومة مثل مسطرة ونركبها في موضع ب ثم نتخذ لها عضادة (صـو2 - في موضع ب ثم نتخذ لها عضادة) مثل عضادة أ ح ويكون مركز العضادة عند نقطة ويتخذ لها كرسيين فإذا أردت أن تعلم ارتفاع الشيء القائم فانصبها بإزاء القائم على سطح القائم، ثم حط (صـو1: فحط) العضادة وارفعها حتى ترى أصل القائم من ثقبي العضادة فكان القائم ه ط، فإذا رأيت ه فقد حدث مثلث أ حـ ه وزاوية حـ منه قائمة وفي جوفه مثلث أ ب د وزاوية ب منه قائمة (صـو1 - وفي جوفه مثلث أ ب د وزاوية ب منه قائمة) فهما متشابهان فـ أ حـ و أ ب و ب د معلومة كلها و حـ ه مجهول فـ أ حـ الأول و أ حـ الثاني و أ ب الثالث و ب د الرابع، فاضرب الأول في الرابع واقسمه على الثالث فما كان فهو الثاني الذي هو حـ ه فقد علمت

كم من أصل الآلة، ثم اقلب الآلة (صو2 - ثم اقلب الآلة) وارفع العضادة وحطها حتى ترى رأس القائم أيضاً وهو ط ثم ناسب فصير د ب الأول و ب أ الثاني و ب حـ الثالث حـ أ الرابع، ثم ناسب فإنه يخرج طول القائم وهو ه ط وذلك ما أردنا أن نبين (صو2: بيانه).

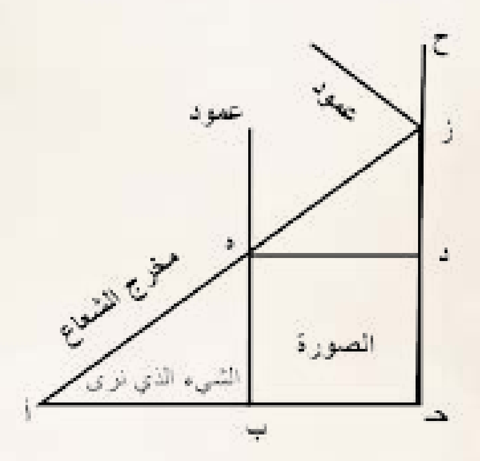


(الشكل ناقص من صو2)

آلة أخرى يعلم بها عرض نهر أو وادٍ أو مسافة بعد شيء من الأشياء في بسيط (صو1 - آلة أخرى يعلم بها عرض نهر أو وادٍ أو مسافة بعد شيء من الأشياء في بسيط)

إذا أردنا أن نعلم كم بُعد شيء منا، نعمل آلة من خشب على مثال ما صورنا، وهي مربعة ب حـ د ه وضلع حـ د خارج (صو2: اخرج) إلى حـ و ونقيم على نقطة ه عموداً من خشب قدر ذراع أو أقل مثبت لا يزول، ويكون ضلع د حـ مخرق يجري من عمود قائم مثل العمود الأول وهو عمود ز فإذا أردنا علم (صو1 - علم) كم مساحة ما بيننا وبين ما نريده وهو من ب إلى أ فإنا نضع الآلة بإزاء نقطة أ ونتحرى بنقطة ب من الآلة أن تكون موازيةً لخط أ، ثم جذبنا عمود ز الذي يجري في ضلع د

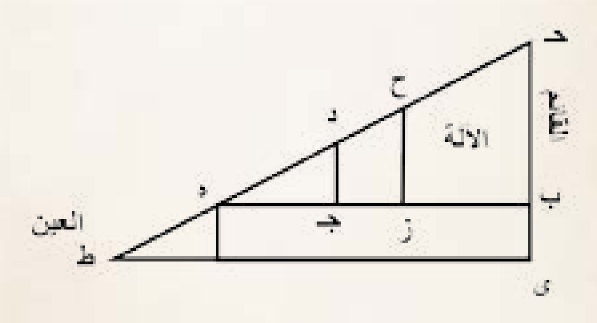
حـ ونضع البصر مع عمود ز ونقدمه و نؤخره حتى نرى عمود ز وعمود ه ونقطة أ في خط واحد فيحدث حينئذ مثلث كبير وهو مثلث د حـ أ في جوفه مثلث صغير وهو ز د ه فالمثلثان متناسبان فـ(صو2: فالأول) ز ح الأول معلوم و(صو2: والثاني) حـ أ الثاني مجهول والثالث ز أ مجهول والمثلث الصغير و ز د معلوم و د ه معلوم فقدر ز ح من د ه كقدر ز حـ من حـ أ الأول ز د الثاني ز ه الثالث ز حـ الرابع حـ أ فاضرب الثاني في/ (ص 220ظ) الثالث واقسمه عن الأول فما فهو الرابع منقوصاً (صو1 - منقوصاً) منه الآلة وذلك أردنا أن نبين.



آلة أخرى لارتفاع القائم إذا أردنا أن نعمل (صو1 - آلة أخرى لارتفاع القائم إذا أردنا أن نعمل)

آلة أخرى لارتفاع القائم، فاعمل هذه الآلة من خشب على ما نرى وهي حـ د ه ثم (صو2 - ثم) ضعها على راحتك وأبعد من القائم وضع إحدى عينيك عند نقطة ه من الآلة وكان المطلوب حـ ب ولا تزال (صو2: فلا تزال) تبعد (صو1: تطلب) وأنت تنظر حتى يخرج النظر (صو1: الناظر) من ه إلى ح إلى حـ فقد حدث حينئذ مثلث ه ب حـ في جوفه مثلث الآلة وهو ز ح فقدر ه ز مثل قدر ز ح، وقدر ه ب مثل قدر

ب حـ فزد على بُعد ما بينك وبين القائم من بسيط الأرض مثل قامتك فحينئذ يكون (صو1 – قدر ز ح وقدر ه ب مثل قدر ب حـ فزد على بُعد ما بينك وبين القائم من بسيط الأرض مثل قامتك فحينئذ يكون) قدر ما زدت من موضع عينيك إلى قدمك وهو ط إلى ي فيكون من ط إلى ي مثلما من ي إلى حـ فافهم ذلك إن شاء الله (صو2 + إن شاء الله).

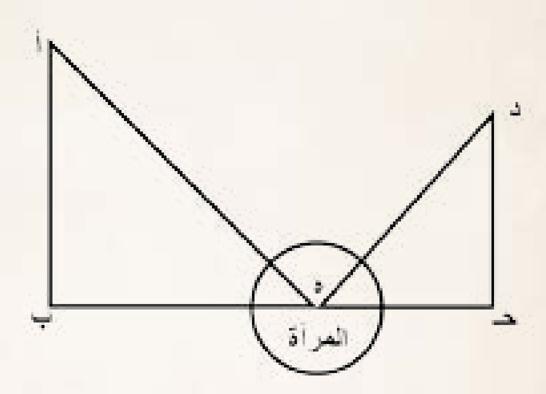


عِلْمُ بُعد ما بين شيئين بالبركار (صو1 – علم بُعد ما بين شيئين بالبركار)

إذا أردت أن تعلم بُعد ما بين شيئين بالبركار، فكأنك أردت أن تعلم بعد ما بين أ و ب بهذا البركار فاتخذ البركار على ما ترى واقسم أحد ساقيه 60 (صو2: ستين) جزءاً، ثم اتخذ مسطرة واقسمها 20 (صو2: عشرين) جزءاً من 60 (صو2: ستين) ثم ضع المسطرة بإزاء أ ب ثم أبعد وافتح البركار وضعه عند (صو2: بإزاء) عينك اليمنى، أعني عند آخره عند المسمار حتى يأخذ طرفي المسطرة وهو ط ص مع طرفي أ ب، ثم تعلّم كم من نقطة العين إلى منتهى ما تريد وهو أ ثم تنظر كم المسطرة من البركار وكذلك (صو2: فكذلك) من أ إلى ب وكذلك قدر حـ أ من أ إلى موضع العين كقدر نصف المسطرة وهو ع ط من البركار، وذلك ما أردنا أن نبين.

علم طول القائم بالمرآة (صوا1 – علم طول القائم بالمرآة)

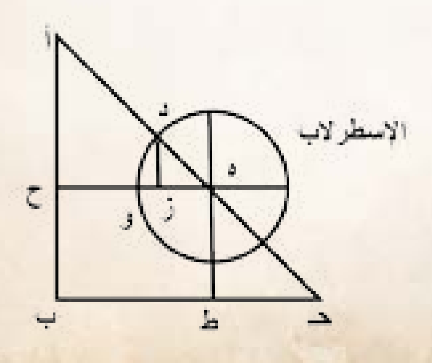
إذا أردت أن تعلم طول القائم بالمرآة خذ مرآةً فانقط في وسطها نقطة سواد، ثم ضعها على وزنٍ من الأرض على بسيط سمت القائم، ثم انظر في المرآة وقدمها وأخّرها على بسيط الأرض حتى ترى وصورة رأس القائم قد وافى نقطة وسط المرآة، حينئذ ثم ابعد أنت أيضاً على سمت رأس القائم الذي في المرآة وخط سواء حتى ترى رأسك قد وافا نقطة وسط المرآة أيضاً (صوا1 – حينئذ ثم ابعد أنت أيضاً على سمت رأس القائم الذي في المرآة وخط سواء حتى ترى رأسك قد وافا نقطة وسط المرآة أيضاً)، ثم انظر كم (صو2 - كم) من قدمك إلى وسط المرآة فقدر من قامتك فما (صو2 - فما) كان منك كذلك من نقطة المرآة إلى أصل القائم فكذلك قدر منه فافهم ذلك (صو2 + ذلك)، مثلث د حـ ه مناسب لمثلث أ ب ه لأنه شبه له فقدر ه حـ من حـ د كقدر ه ب من ب أ.



علم طول القائم بالإسطرلاب

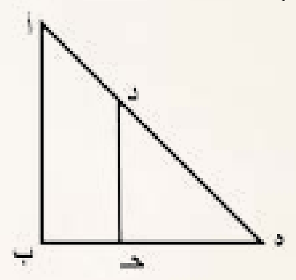
إذا أردت (صوا1 – علم طول القائم بالإسطرلاب إذا أردت) معرفة الشيء بالإسطرلاب فضع مدى الأجزاء على خمسة وأربعين (صوا1: مه) من العدد، ثم تنظر من ثقبي العضادة وأنت تتأخر أو تتقدم حتى ترى رأس القائم، فإذا رأيته فاثبت مكانك ثم زد على الأرض من عينك إلى

قدمك طول ذلك فما بلغ من ذلك من موضعك الزائد إلى أصل القائم مثل طول القائم سواء، **وعلّة ذلك** أن جيب خمسة وأربعين (صوا1: مه) من الارتفاع هو مثل باقي نصف القطر سواء، ولذلك إذا كان الارتفاع خمسة وأربعين (صوا1: مه) كان ظل الشيء (صوا1: الشمس) مثله فإذا أخرج جيب خمسة وأربعين (صوا1: مه)، وأخرج من نقطة خمسة وأربعين (صوا1: مه) خطاً إلى المركز، حدث مثلث قائم الزاوية مستوي الضلعين اللذين يحيطان بالزاوية القائمة (صوا1 - مستوي الضلعين اللذين يحيطان بالزاوية القائمة)، فإذا نظر إلى رأس القائم فبين موضعك خط على الأرض إلى أصل القائم مع أحد ضلعي المثلث الصغير من خط الاسطرلاب والقائم خط آخر، فالزاوية التي من أسفل القائم على الأرض قائمة والخط الشعاعي الذي يخرج من بصرك في ثقبي العضادة هو الذي مرّ بنقطة خمسة وأربعين (صوا1: مه) من الإسطرلاب حتى بلغ رأس القائم فحدث مثلث كبير أحد أضلاعه القائم والثاني خط ممدود مع خط الإسطرلاب (صوا1 - حتى بلغ رأس القائم فحدث مثلث كبير أحد أضلاعه القائم والثاني خط ممدود مع خط الإسطرلاب)، وهو مع نصف قطر الإسطرلاب والثالث الخط الشعاعي، وفي جوف هذا المثلث الكبير مثلث صغير وهو المنصوب على الإسطرلاب، وهذا المثلث الصغير مناسب للمثلث الكبير فافهم ذلك.



ه هو موضع البصر (صو2: موضع ه هو البصر) و ز خمسة وأربعين (صو1: مه) من العدد و د ز جيب خمسة وأربعين (صو1: مه) و ه ح خط خارج مع خط ه ز إلى موضع من القائم وهي ح و ه د أ خط شعاعي، فقد حدث مثلث ه ح أ الكبير في جوفه مثلث/ (ص 221و) ه د ز الصغير فمثلث ه د ز شبيه لمثلث ه أ ح فهو مناسب له و ط ه طول قامة الناظر و ط ح مثل ه ط فإذاً (صو1: فـ) حـ ب مثل ب أ فافهم ذلك إن شاء الله (صو1 - إن شاء الله).

علم طول القائم بالشمس إذا أردت أن تعلم طول الشيء القائم بالشمس و(صو1 - علم طول القائم بالشمس إذا اردت ان يعلم طول الشي القائم بالشمس و) كان (صو1: وإذا كان) وقوع الظل القائم على بسيط من الأرض مستوياً، فأقم قصبة أو عوداً طوله فتراً وشبراً أياً كان، ثم انظر إلى العود فما كان قدر ظله فكذلك قدر ظل القائم منه إن شاء الله (صو1 - إن شاء الله). حـ د القائم الذي أقمناه و أ ب الذي نريد أن يُعلم طوله و أ ه وممر شعاع الشمس و ب ه ظل أ ب و حـ ه ظل د حـ فقدر ه حـ من حـ د كقدر ه ب من ب أ فافهم ذلك إن شاء الله (صو1 - إن شاء الله).

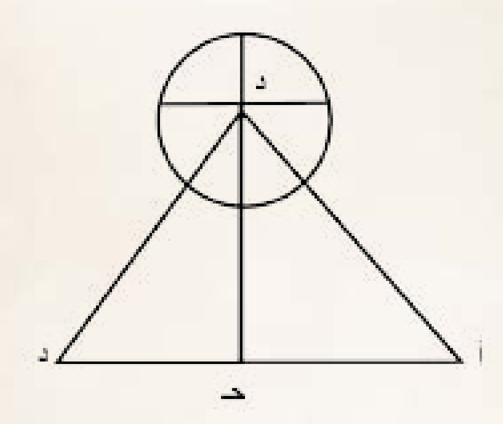


علم عرض نهر أو بعد ما بين شيئين بالإسطرلاب

إذا أردت أن تعلم عرض نهر بالإسطرلاب فقيم على شط النهر ثم ارفع العضادة وحطها (صو1: تقوم على الشط ثم ترفع العضادة



وتحطّها) حتى ترى الشط من ذلك الجانب مع حافة الماء، فإذا رأيته فأدر وجهك ولا تحرك العضادة من موضعها، ثم انظر من العضادة إلى ما يقع من مخرج بصرك على الأرض وعلّم موضعه فيكون حينئذ منك إلى موضع بصرك من الأرض مثل ما من موضع مقامك إلى ذلك الجانب من النهر فافهم ذلك (صوا - ذلك). عرض النهر أ حـ وطول الناظر د حـ (صوا: أ حـ دجلة و د حـ الناظر) وموضع د البصر و حـ ب موضع وقع البصر من العضادة على الأرض فخط د أ مثل د ب وخط أ ب قسم بنصفين على حـ فخط (صوا: فـ) أ حـ مثل خط (صوا - خط) حـ ب فمثلث أ د حـ مثل مثلث د حـ ب لأن د حـ هو مسقط حجر مثلث د أ ب الكبير (صو2: المثلث الكبير الذي هو د أ ب).

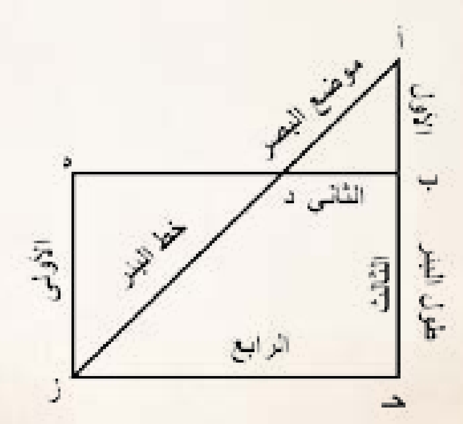


علم معرفة قعر بئر من غير مساحة (صو2: علم طول قعر بئر من غير مساحة).

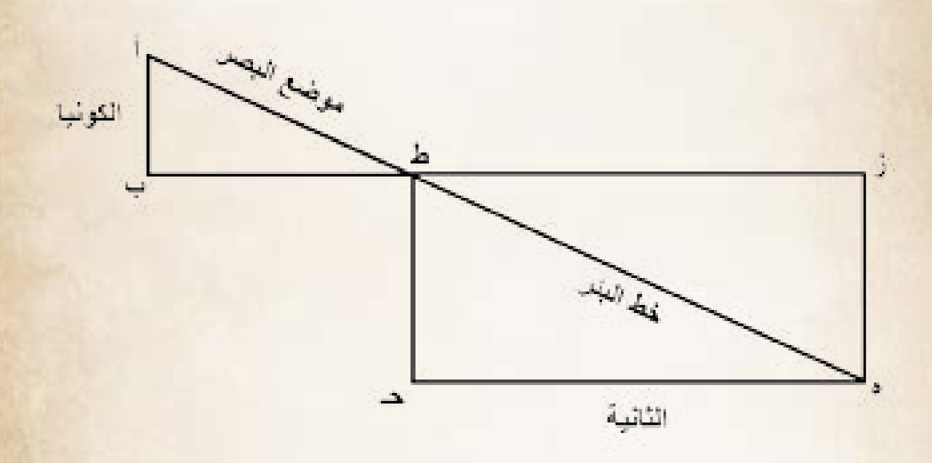
إذا أردت أن تعلم قعر بير من غير مساحة فإن (صوا - إذا أردت أن تعلم قعر بير من غير مساحة فإن) الشريطة في هذا أن يكون البئر مستوية الخرط رأسها ووسطها وأسفلها شيء واحد، وإلا اختلف العمل. فإذا (صو2: وإن) كانت كذلك فأقم على شفير البئر عوداً مستوياً أو قصبة، ثم ضع بصرك من (صوا - بصرك من) إحدى عينيك مع طرف

العود ثم ارفع بصرك وحطّه حتى ترى آخر آجرةٍ من البئر التي مع الماء سواء، فإذا رأيت ذلك فاترك (صو1: فأقر) العود قائماً مكانه، فكان القائم أ ب وموضع البصر أ والخط الذي خرج من بصرك إلى آخر آجرة مع الماء هو خط أ ز وقطر رأس البئر ب ه وقطر أسفلها حـ ز فقد حدث مثلث كبير وهو أ حـ ز في جوفه مثلث صغير وهو أ ب د شبه لمثلث أ حـ د وهو مناسب له فـ أ ب معلوم و ب د معلوم و أ د معلوم فقد عُلم المثلث الصغير كله و ب حـ طول البئر وهو المطلوب، و و ب ه مثل حـ ز فإذاً (صو1: فـ) أ حـ ز معلوم.

فقدر أ ب من ب د من حـ ز فالأول أ ب معلوم و أ حـ الثاني معلوم بعضه و ب د الثالث معلوم و حـ ز الرابع معلوم لأنه مثل ب ه و ب ه معلوم؛ فضرب أ ب الأول في ب ه الرابع مقسوماً على ب د الثالث يخرج أ حـ الثاني (صو1: الثاني) فقد علم أ حـ كله فالقرّ منه أ ب فما بقي فهو ب حـ وهو طول البئر فافهمه إن شاء الله (صو-1 فافهمه إن شاء الله).



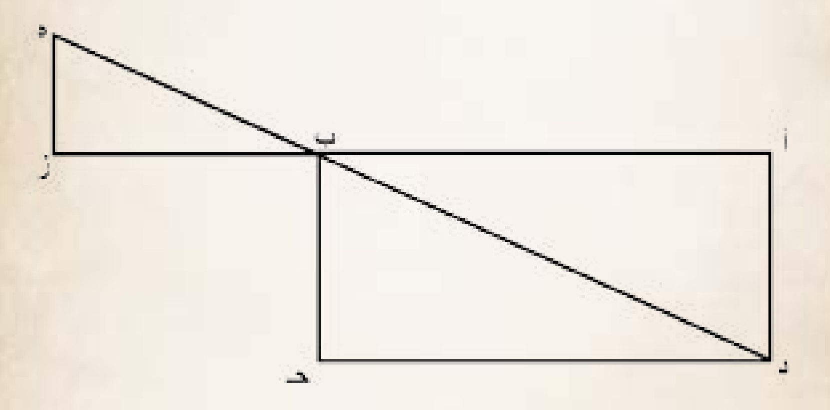
وفي علم طول البئر أيضاً بآلة إذا أردت أن تعلم عمق البئر بآلة (صو-1 وفي علم طول البئر أيضاً بآلة إذا أردت أن تعلم عمق البئر بآلة) وإلا (صو1 + وإلا) فاعمل زاوية وهي كونيا وهو أ حـ ب من خشب و أ حـ يصعد وينزل في حـ ب ثم ضع (صو2: نضع) نقطة ز من الكونيا على شفير البئر ثم حط أ حـ وارفعه وضع البصر عند نقطة أ حتى ترى ه فيحدث مثلث ب ز ه في البئر فنسبة مثلث أ حـ ب الكونيا كنسبة مثلث ب ز د فمثلث أ حـ ب مناسب لمثلث ز ب ه فنسبة ب حـ عند حـ أ كنسبة ب ز عند ز ه و ب حـ معلوم كم هو من ز ه و ز ه مثل ب د فـ ب ز معلوم كم هو من د ز فافهم ذلك إن شاء الله (صو1 - إن شاء الله).



وأيضاً إذا أردنا أن نعلم عمق البئر (صو2: وفي علم عمق البئر أيضاً إذا أردت أن تعلم عمق شيء)

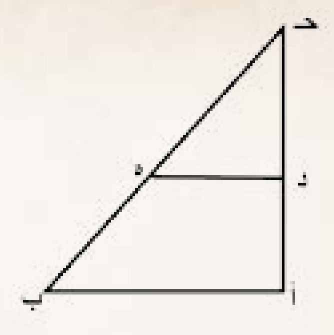
فليكن العمق أ د ويكون موضع البصر نقطة ه فنريد أن نعلم كمية أ د فنخرج شعاع البصر على د ه ولتقع على البسيط على نقطة ب وعلى العمق على نقطة د ويخرج خط ب ز على زاوية (صو1: زوايا) قائمة من أ د ويخرج من نقطة ه عموداً/(ص 221ظ) إلى خط ب ز عليه ه ز فلأن زاوية ه ز ب مساوية لزاوية ب أ د وزاوية حـ مساوية لزاوية

ه وزاوية د مثل زاوية ه وزاوية د مثل زاوية ب و ب مساوية لزاوية ب أ د وزاوية حـ مساوية لزاوية ه وزاوية د مثل زاوية ب من داخل المثلث الصغير؛ فمثلث أ ب د شبه مثلث ب ه ز فأضلاعهما متناسبة نسبة ه ز عند ز ب كنسبة د أ عند أ ب ونسبة ه ز عند ز ب معلومة فنسبة د أ عند أ ب معلومة مقدار أ د معلوم وذلك ما أردنا أن نبين (صو2: بيانه).



في علم طول شيء بسيط (صو1 - في علم طول شيء بسيط)

وإذا أردنا أن نعلم كمية طول شيء بسيط فليكن الشيء البسيط أ ب وموضع البصر نقطة حـ والشعاع حـ أ حـ ب ثم يتعلم قريباً من البصر على الشعاع نقطة د ويخرج من نقطة د خطاً موازياً لخط أ ب عليه د ه فيحدث مثلثان متشابهان فقدر حـ د عند د ه كقدر حـ أ عند أ ب وقدر حـ د عند د ه (صو1 - عند) معلوم فقدر أ حـ عند أ ب معلوم لأن حـ أ معلوم وذلك ما أردنا أن نبين (صو2: بيانه)./(ص 222و | صو2+ كملت الرسالة والحمد لله كثير لا شريك له. وصلى الله على محمد النبي وسلم تسليماً. وفرغت من كتابتها بدمشق في شعبان سنة 636).



5.7 نصوص ابن رسته (توفي نحو 300هـ / نحو 912م)

1.5.7 نبذة عن حياة المؤلف

نشأ العالم الجغرافي أحمد بن عمر أبو علي ابن رسته في مدينة أصفهان، وقد ارتحل إلى بلاد العرب للقيام بشعائر الحج سنة 290هـ، من مؤلفاته التي وصلتنا الجزء السابع من (الأعلاق النفيسة) (الزركلي، 1980م).

2.5.7 كـــروية الأرض

«إنّ اللّه جّل وعزّ وضع الفلك مستديراً كاستدارة الكرة أجوف دواراً، والأرض مستديرة أيضاً كالكرة مصمتة في جوف الفلك، قائمةٌ في الهواء يحيط بها الفلك من جميع نواحيها بمقدار واحد من أسفلها وأعلاها وجوانبها كلها، فهي في وسطها كالمخّ في البيضة، وهو يدور على قطبين؛ قطب في الشمال وقطب في الجنوب بين القطبين مائة وثمانون درجة لأن الفلك ثلاثمائة وستون درجة مستديرة تعود آخرها على أولها» (ابن رسته، 1891م).

«فلو كانت السماء مسطحةً – على ما يقول بعض الناس- لما كان يجب أن يكون بُعد نواحي السماء منّا على قدرٍ واحد، بل كان يجب أن يكون أقرب مواضع السماء منّا ما كان محاذياً لرؤوسنا، وإما ما جاز ذلك إلى نواحي الآفاق فكثير البُعد، وكان يجب أن نرى الشمس والقمر وسائر الكواكب عند طلوعها في المشرق صغاراً خفية لبعدها من أبصارنا، ثم لا تزال تعظم بحسب قربها إلى وسط السماء لأنها تقترب من أبصارنا، ثم كذلك أيضاً تصغر في انحدارها إلى الغروب فتنقص قليلاً قليلاً إلى أن تخفى عن العين فتضمحل، ولسنا نرى شيئاً من ذلك، ولكنا نرى أقدارها عند طلوعها وعند توسطها السماء وعند غروبها على أمرٍ واحد، بل نرى مقاديرها في المشرق والمغرب أعظم منها في وسط السماء ونرى الشمس عند غروبها إذا صار أوّل جرمها مع الأفق تغيب قليلاً قليلاً كأن الأفق يقطعها حتى يغيب آخر جرمها وكذلك القمر، وليس الذي نرى من زيادة عظمها في المشرق والمغرب إنها هناك أقرب إلينا منها إذا كانت وسط السماء ولكن البُخار الذي يرتفع من الأرض دائماً أبداً يعرض بين أبصارنا وبين الآفاق فيرين إياها عظيمة لا سيما إذا عرض في الهواء عظيمة البخار الكثير الرطوبة الذي يكون في أيام الشتاء وبعقب المطر، فإنّ الشمس والقمر يُريان عند ذلك في وقت الطلوع والغروب عظيمين جداً، ولو أن أحداً ألقى شيئاً ماء صاف لرآه أكبر من مقداره الذي له بالحقيقة وكلما صفا الماء وكثر عمقه كان أعظم لما يُرى في قعره فهذا سبب عِظَم الكواكب عند الآفاق» (ابن رسته، 1891م).

«وكذلك أجمعت العلماء على أنّ الأرض أيضاً بجميع أجزائها من البرّ والبحر على مثال الكرة، والدليل على ذلك:

1. أنّ الشمس والقمر وسائر الكواكب لا يوجد طلوعها ولا غروبها على جميع من في نواحي الأرض في وقت واحد بل يُرى طلوعها على المواضع المشرقية من الأرض قبل طلوعها على المواضع المغربية وغيبوبتها عن المشرقية، أيضاً قبل غيبوبتها عن المغربية.

2. ويتبين ذلك من الأحداث التي تعرض في العلو فإنه يُرى وقت الحادث الواحد مختلفاً في نواحي الأرض مثل كسوف القمر، فإنه إذا رُصد في بلدين متباعدين بين المشرق والمغرب فوجد وقت كسوفه في البلد الشرقي منهما على ثلاث ساعات من الليل مثلاً، أقول وُجد ذلك الوقت في البلد الغربي على أقل من ثلاث ساعات بقدر المسافة بين البلدين فتدل زيادة الساعات في البلد الشرقي على أن الشمس غابت عنه قبل غيبوبتها عن البلد الغربي،

3. وكذلك لو نُظر في وقت انقضاض كوكبٍ عظيم يُعرف وقته في بلدين متباعدين على مثل ما وصفنا، وجد ساعات البلد الشرقي أكثر من ساعات البلد الغربي، ويوجد هذا الاختلاف في الأوقات في جميع ما يسكن من الأرض فيما بين المشرق والمغرب يكون على حسب مسافة ما بين المواضع لا يغادر شيئاً.

4. وكذلك أيضاً يوجد فيما بين المواضع المتباعدة إلى الشمال والجنوب فإنه إن سار أحد في الأرض من ناحية الجنوب إلى الشمال رأى أنه يظهر له من ناحية الشمال بعض الكواكب التي كان لها غروب فيكون أبديّ الظهور، وبحسب ذلك يخفى عنه من ناحية الجنوب بعض الكواكب التي كان لها طلوع فيصير أبديّ الخفاء على ترتيبٍ واحد.

فيدل جميع ما وصفنا على أن بسيط الأرض مستدير وإنّ الأرض على مثال الكرة، وبعدُ فلو كانت الأرض مسطحة لم يعرض شيءٌ مما وصفنا، وكان طلوع الكواكب على جميع نواحي الأرض في وقتٍ واحد، ولم يكن من يسير في الأرض فيما بين الشمال والجنوب يخفى عنه شيءٌ من الكواكب الأبدية الظهور ولا يظهر له شيءٌ من الكواكب الأبدية الخفاء» (ابن رسته، 1891م).

« يقال والله أعلم أنّ الأرض كرة، وأنّ المحيط بها أربعة وعشرون ألف ميل، أعني الدائرة العظمى التي كرتها وقطرها سبعة آلاف وستمائة وستة وثلاثون ميلاً بالتقريب» (ابن رسته، 1891م).

«اختلاف أهل الملل في هيئة الأرض

قد ذكرنا في أول الباب هيئة الأرض ونعتها على إيجازٍ واختصار ووجدنا أهل الملل قد اختلفوا في ذلك فأحببنا أن نذكر جملاً من اختلافاتهم نختمها بالصحيح المأخوذ من الفلاسفة بالحجج الواضحة والبراهين النيرة الموجبة للقبول التي يصححها العيان ولا يخفى على ذوي الألباب.

قال بعض أهل الملل: إنّ الأرض مبسوطة التسطيح في أربع جهات شرق وغرب وجنوب وشمال، وإن الخلق عليها من جهة واحدة وهو وجهها الأعلى وإنّ الوجه الآخر المقابل لهذا الوجه الأعلى وأسفلها وإنّ السماء فوق الأرض مما يلى وجه الأرض إلا على وحدها دون سائر نواحيها ووجهها الأسفل، وإنّ حول الأرض جبلاً محيطاً بالأرض وإنّ الشمس تطلع من حدّ ذلك الجبل في وقت واحد وساعة واحدة فتستتر وتستدير في مغيبها حول الجبل، وإنّ الجبل هو الساتر لها عن أهل الأرض من حيث تغرب إلى أن تطلع من المشرق من حدّ الجبل، وإنّ القمر وسائر النجوم في السماء في الطلوع والغروب والاستتارة والاستدارة بالجبل على مثال ما عليه الشمس من ذلك،

وقال صنف منهم: إنّ الارض لا نهاية لها من جهتها السفلى وإنّ السماء لا نهاية لها من جهتها العليا وإن في ناحية الشمال جبلاً منيفاً محدقاً بمشارق الأرض ومغاربها،

وقال صنف منهم: إنّ الأرض مستطيلة كالعمود،

وقال صنف منهم: إنّ الأرض شبيهة بنصف كرة كهيئة القبّة والسماء مركّبة على أطراف الأرض،

وقال صنف: بل هي في جانب السماء من السماء إلّا في الوسط،

وقال صنف منهم: إن الذي يرى من الدوران للكواكب إنّما هو دور الأرض لا الشمس والفلك.

وقال صنف منهم: إنّ الأرض تهوي إلى ما لا نهاية له والسماء يرتفع إلى ما لا نهاية له، وأن الكواكب تنشؤ في المشرق وتبلى وتهلك في المغرب وكذلك الشمس والقمر،

وقال صنف منهم: إنّ الأرض وسط الفلك مصنوعة من الطبائع الثلاث التي هي الماء والنار والريح يغيّرها الملائكة، وأن ناحية الشمال منها مشرفة مرتفعة وأنها في تركيبها مسطوحة طبق على طبق على قرار مكين وعلى وجهها الأعلى جبل شامخ يعلو دوين الفلك أخذ شرقاً وغرباً وضع مع غيره من الجبال لتمييز الليل والنهار وتفصيل العالم بأقسامٍ أربعة من شرق وغرب وتيمن وجربى.

وقد أكثر القول والاختلاف في ذلك واحتجّ أصحاب المذاهب فيه بحجج ضعيفة لا تثبت ولا تصحّ، وفي الاصغاء إليها تصدية للعقل وفساد للفهم وضلال عن القصد والمعنى فيما قالت الفلاسفة والحكماء في ذلك وأوردوا فيه مما يحقّقه العيان ولا يدفعه العقل» (ابن رسته، 1891م).

6.7 نصوص الفضل بن حاتم النيريزي (توفي نحو 310هـ / نحو 922م)

1.6.7 نبذة عن حياة المؤلف

كان المهندس والفلكي الفضل بن حاتم النيريزي، أبو العباس، على علاقة بالمعتضد العباسي، وألف له كتاب صغير اسمه (أحداث الجو). من مؤلفاته: (رسالة في سمت القبلة) و (شرح كتاب أقليدس)، ورسالة في (معرفة آلات يعرف بها أبعاد الأشياء الشاخصة في الهواء والتي على بسيط الأرض وأغوار الأودية والآبار وعروض الأنهار) و (زيج كبير على مذهب السندهند (الزركلي، 1980م).

2.6.7 رسالة معرفة أبعاد الأشياء

عثرنا على هذه الرسالة ضمن مجموع في مكتبة أيا صوفيا رقم (AYASOFYA_4830)، (215و224-ظ).

بحسب كلام النيريزي فإنّ هذه الرسالة قد كُتبت بين سنتي (279هـ/892م - 289هـ/ 902م)، وهي فترة حكم الخليفة العباسي المعتضد بالله.

(الشكل 4.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة الفضل بن حاتم النيريزي في معرفة آلات تعلم بها أبعاد الأشياء الشاخصة في الهواء.

بسم الله الرحمن الرحيم وبالله التوفيق

هذا كتاب الفضل بن حاتم النيريزي القسم بن عبد الله بن موسى

في معرفة آلات تعلم بها أبعاد الأشياء الشاخصة في الهواء والتي

على بسيط الأرض وأغوار الأودية والآبار وعروض الأنهار

قال الفضل بن حاتم النيريزي: قال أرسطاطاليس: إنّ أطول أعمدة الحبال وأبعد بُعد الغيوم في الجو وأكثر غور الأعماق في باطن الأرض ستة عشر اصطاذيا والاصطاذيا أربع مائة باع، والباع ثلاثة أذرع ونصف فوجدنا الاصطاذيا الواحد ألف وأربع مائة ذراع تكون الستة عشر اصطاذيا اثنين وعشرين ألفاً وأربع مائة ذراع.

ولم يجده شرح الآلة التي بها وصف هذه الأبعاد، ولا وجدت أحداً أتى بآلةٍ تبين لنا صحة هذه الأبعاد. إلا أنّ إقليدس وضع أربعة أشكالٍ بيَّن بأحدها كيف يُعلم ارتفاع الأجسام القائمة على بسيط الأرض من قبل ظل ذلك الجسم من الشمس، والشكل الثاني كيف يُعلم ذلك بشعاع العين بتوسط مرآة. ووجدت هذين الاثنين غير تامّين ولا طريقين، لأنهما يحتاجان إلى مساحة البُعد الذي بين الناظر والموضع الذي فيه الجسم القائم وغير ممكن أن يُعرف الموضع الذي فيه مسقط أحجار أعمدة الجبال ولا ارتفاعات الغيوم، والذي يمكن أن يُعرف بهما هو مثل ارتفاع الحيطان والنخيل وكل الأجسام القائمة على بسيطٍ مستقيم بعد أن يُمسح البسيط الذي بين البصر ومسقط حجر الجسم فهاتان الآلتان ناقصتان من جهتين إحداهما: أنهما لا ينبئان عن كل الأبعاد، والثاني: أنه يحتاج أن يُمسح ربما بعداً طويلاً، ولعل أن تحجز عوارض أُخر تعرض من نهر عظيم أو غيضةٍ (الأَجَمَةُ) أو غير ذلك فيبطل معرفة ما إليه قصد.

وأمّا الشكل الثالث الذي بين به أقليدس معرفة أعماق الأغوار فهو أيضاً ناقص لأنه يحتاج أولاً أن يُعرف مقدار قطر رأس شكل ذلك الغور بعد أن يكون شكله متساوي القطرين وقد تعْرضُ أيضاً موانع تمنع من مساحة قطر رأس هذا الشيء بذلك السبب ما يعدم وجود ذلك الغور.

وأمّا الشكل الرابع الذي بيّن عروض الأودية والأنهار قائماً مقدار الانتفاع به هو معرفة هذه الأبعاد القريبة من عرض نهر أو وادٍ يكون مقدار عرضها أقل من ميل. فأما بُعد السفن الجارية في البحر وبعد الأماكن الثابتة/ (ص 215و) التي على بسيط الأرض ما كان أبعادها فراسخاً فليس لذلك الشكل في مثل هذه الأبعاد عمل.

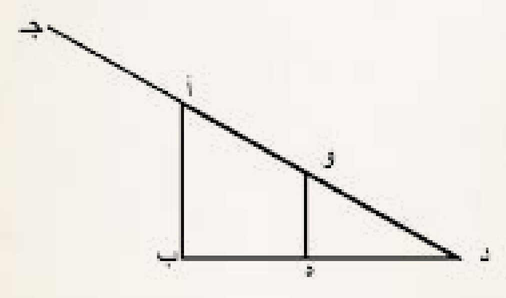
وإنّي لما وجدت سيدنا المعتضد بالله أمير المؤمنين يميل إلى مثل هذه الأمور الجليلة ويبحث عنها ووجدته -أيّده الله- قد أصّل فيها

أصولاً هي المبادئ لجميع هذا الغرض الذي إليه يقصد، جعلت ما أصّل أعزّه الله من ذلك أصولاً لكتابي هذا، واقتفيت آثاره الجليلة فسهل تيمن دولة أمير المؤمنين أشكالاً تبنى عن معرفة هذه الأبعاد كلها التي قدمنا القول عليها من غير أن يمسح شيئاً من الأبعاد التي بين الراصد وبين مسقط أحجار ذروة الجبال والغيوم، وكل الأشياء القائمة على الأرض والأغوار من غيره بمسح أقطار رؤوسها ومعرفة الأبعاد الثانية التي على بسيط الأرض أو بسيط الماء من غير تأليف مساطر كثيره كما ألّف أقليدس.

ومن قبل أن نأتي بما اخترعناه من هذه الأشكال ينبغي لنا أن نأتي بالأربعة الأشكال التي لأقليدس، ونجعل ذلك حكاية الكندي عنه ليتبين لمن نظر فيها وفيما أتينا به أنّ ما رسمناه من ذلك على غاية التمام والشرف، وأنّا لم نعوّل في استنباطنا إياها على أحدٍ من القدماء ولا ادعينا ما ليس بقولنا لنسلم بذلك من معارضة صنفين من الناس أحدهما: ممن غايته بما هو مرسوم به الاكتساب، والثاني: من طبعه الردأة؛ فإنّ الأول يعرض في الحق والباطل خوفاً من استعلاء غيره عليه، والثاني فلأنّ طبيعته وشيمته الفساد على الناس، فهو أبداً مُفسدٌ معترض فاذا اتضح ما أتينا به لغير هذين الصنفين من الناس كانوا أعواناً لنا على كل من يعترض فلنبدأ الآن برسم ما وجدنا رسمه.

قال أقليدس: إذا أردنا أن نعرف كمية ارتفاع جسم فقد يمكن أن يدرك ذلك بالشمس، مثال ذلك أن نفرض الشمس علامة حـ والعمود الذي نريد معرفة ارتفاعه عمود ذلك أ د وشعاع الشمس يخرج من حـ إلى أ الى د على استقامة فيحدث ب د في سطح الأفق أو السطح الموازي لسطح الأفق ونقطة ب قاعدة عمود أ ب على ذلك السطح فظل أ ب على الأرض أعني السطح الموازي للأفق كخط ب د ثم ينصب عموداً آخر معلوماً أقصر من أ ب على أي قدرٍ شئنا وهو عموده و على ظل ب د فقد حدث بالعمود المطلوب ارتفاعه الذي

هـو أ ب وظـل ب د وقطـر ظـل أ د مثلـث وبالعمـود الـذي نصبنـاه وهـو د ه وظلـه الـذي هـو ه د وقطـر ظلـه الـذي هـو ه د مثلثـان متشـابهان فنسـبة د ه المعلـوم الـى ه و المعلـوم / (ص 215ظ)، لأنّـا كذلـك نفرضهـا كنسـبة د ب المعلـوم إلـى أ ب المجهـول فـإذاً أ ب معلـوم وذلـك مـا أردنـا ان نبـين.

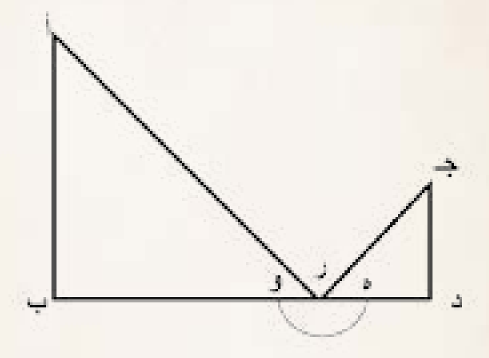


فـأقليـدس بـيّنَ ارتفـاع أ ب بعـد أنْ عـرفَ البُعـد الـذي مـن د الـى ب وقـد قلنـا إنّـه قـد يعـرض بـين د و ب موانـع كثيـرة تمنـع مـن معرفـة بُعـد د ب وإنّـا إذا لـم نعلـم د ب بطـل علـم مقـدار بُعـد ب أ فهـذه المعرفـة إذن ناقصـة، وإنمـا تكـون تامّـة إذا عرفنـا ارتفـاع أ ب مـن غيـر أنْ نمسـح د ب ولكنّـا نمسـح بـين قاعدتـين أو ثـلاث قواعـد مفروضـة عنـد الراصـد كمـا سـنين في أشـكالنا وآلاتنـا التـي نرسـمها فيمـا نسـتقبل إن شـاء اللّه.

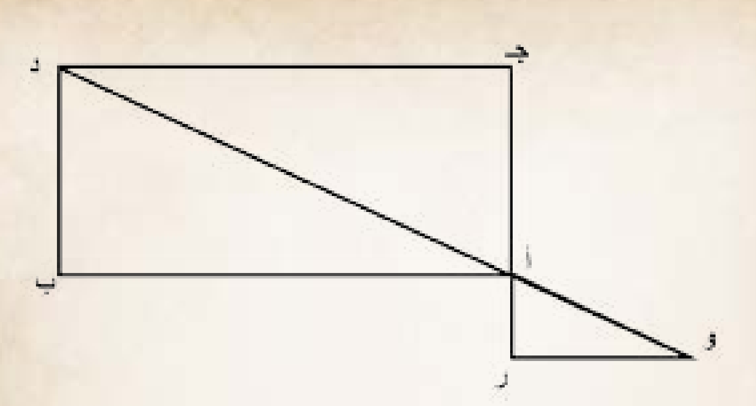
قـال أقليـدس: نريـد أن نبـيّن كيـف نجـد ارتفـاع جسـم مـن غيـر شـمس نفـرض الجسـم خـط أ ب قائـم علـى سـطح الأفـق أو سـطح مـوازٍ لسـطح الأفـق ونضـع عمـوداً معلومـاً موازيـاً لخـط أ ب بـأي قـدرٍ شـئنا علـى ذلـك السـطح وهـو عمـود جـ د ونضـع مركـز مـرآة علـى الخـط الخـارج مـن ب الـى د كقـوس و ه ومركزهـا ر، ونضـع الناظـر علـى جـ ونقـدر المـرآة تقديـراً في تقديمهـا إلـى ب أو تأخيرهـا عنهـا حتـى يقـع شـعاع جـ د منعكسـاً إلـى علامـة أ فمثلثـا حـ د ر متشـابهان لأن زاويتـي أ ب ر قائمتـان إذ كان أ ب عمودين علـى خـط ب د وزاويـة حـ ر د مسـاوية لزاويـة أ د ب لأن الشـعاع ينعكـس علـى المرايـا علـى زوايـا متسـاوية كمـا بينـا في أقاويلنـا الرياضيـة



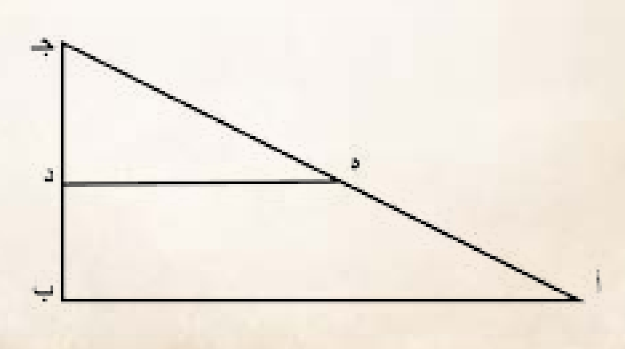
فتبقى زاوية ب أ ر مثل زاوية د حـ د فنسبة حـ د المعلوم إلى د ر المعلوم كنسبة أ ب المجهول إلى ب ر المعلوم فإذن أ ب معلوم وذلك ما أردنا أن تبين.



قال أقليدس أيضاً: إذا أردنا أن نجد عمق بين أ و و حـ د أو غير ذلك فإنّا ننصب على السطح الذي فم العمق عليه على سطح واحد عموداً ويضع الناظر على طرف العمود بقدر ما يخرج الشعاع مع حرف العمق مما يلي العمود ونهاية الخط مع العمق المقابل لذلك الخط الذي وقع الشعاع على طرفه من قعر العمق. مثال ذلك أنْ يكون العمق الذي يحيط به عموداً أ ب حـ د ومنها نهايتا السطح الذي يفصل طوله بنصفين وقطر فمه خط أ جـ وطول الخط الموازي لقطر فمه الذي نهاية قعره خط ب د ويخرج خط أ جـ على استقامة من علامة أ الى ه وينصب على خط عمود أ ه، وليكن ر من خط أ وينظر من و ويقدم العمود إلى ه ويؤخّر عنها حتى يقع / (ص 216و) شعاع البصر من و إلى أ ويمر على استقامة إلى د فمثلثا و د أ أ حـ د متشابهان لأنّ زاوية و و أ ر مساوية لزاوية حـ أ د لأن خطي و د حـ ر يتقاطعان وزاويتا أ حـ د قائمتان لأنّ و ر د حـ عمودان على خط ر حـ فتبقى زاوية أ و ر مساوية لزاوية أ د حـ فمثلثا أ و ر أ حـ د متشابهان فنسبة ر و المعلوم إلى ر أ المعلوم كنسبة حـ د المجهول إلى جـ أ المعلوم فيكون حـ د معلوماً وذلك ما أردنا أن نبين.



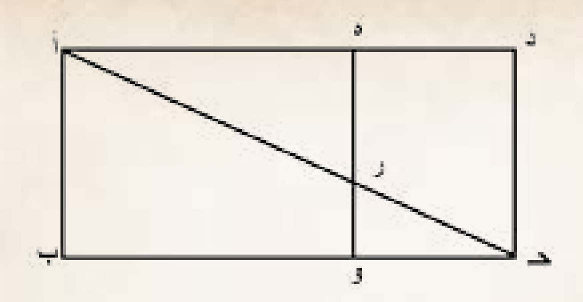
قال أقليدس: نريد أن نجد عرض وادٍ لا يوصل إلى شطّه الآخر، فنفرض عرض الوادي خط أ ب ونعلّم علىً شطّه الذي لا يوصل إليه علامة ما من مدرة أو شجرة عند علامة أ ثم ننصب عموداً على الشط الذي نحن فيه وليكن خط ب حـ وليكن الخط الذي يخرج من خط ب حـ إلى الشجرة أو المدرة يقاطع شاطئ الوادي على زوايا قائمة وننصب على خط ب حـ عموداً عليه د ه وليكن د من خط ب حـ وننظر من جـ ونقدم عموده د إلى نقطة ب ونؤخره عنها حتى يقع شعاع البصر من حـ إلى ه ويمر على استقامة إلى أ التي هي علامة المدرة أو الشجرة فمثلثا حـ د ه حـ أ ب متشابهان فنسبة حـ د المعلوم إلى د ه المعلوم كنسبة حـ ب المعلوم إلى أ ب المجهول يكون أ ب معلوماً وذلك ما أردنا أن نبين.



فأقليدس بيّن أنّ وجود عرض أ ب يكون من عمود ب حـ القائم على البسيط عند الراصد، ومن عمود د ه فمن البين الظاهر أنّا إذا فرضنا عمود ب حـ ستة أذرع وعمود د ه ستة أذرع و حـ د عُشْر ذراع يكون قدر حـ د إلى د ه قدر الواحد إلى الستين وهذه النسبة هي نسبة حـ ب الى ب أ فـ ب أ على هذا القياس ستون مثل ب حـ لكن حـ ب ستة أذرع، فعرض أ ب بذلك المقدار ثلاث مائةٍ وستون ذراعاً وهذا المقدار منً البعد هو ما تهيأ إدراكه بهذا الشكل أوً ضعفه، وهذا ما اتينا به في هذا الغرض.

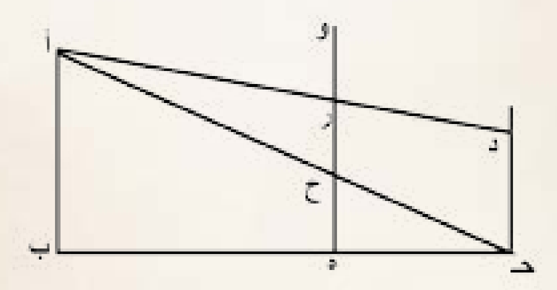
فنقول إنّ كل مربع متوازي الأضلاع تُقسم بمربعين متوازيي الأضلاع بخط مستقيم وأُخرج قطر المربع كله فقطع الخط القاسم للمربع فإن نسبة الضلع الذي يوازيه الخط الذي تقسم المربع من الخط القاسم الذي فصله القطر المربع كنسبة ضلع المربع / (ص 216ظ) الذي عليه يقع الخط القائم كله إلى القسم الأصغر من هذا الضلع. مثاله إن مربع أ ب حـ د قسم بخط ه و وصير المربعين متوازيين وأخرج قطر أ حـ تقطع الخط القاسم على نقطة ر والخط القاسم ه و، فأقول إن نسبة حـ د إلى ر و كنسبة ضلع أ د الى د ه، برهانه أنّ مثلثي أ ب حـ ر حـ و متشابهان فنسبة أ ب الى ر و كنسبة ب حـ الى جـ و ولكن أ ب مثل د حـ و حـ و مثل د ه و د حـ مثل د ه فنسبة د حـ إلى ر و كنسبة أ د الى د ه وأيضاً كنسبة القطر كله وهو أ حـ إلى حـ ر وذلك ما أردنا أن نبين.

فإن فرضنا حـ د عشرين ذراعاً و حـ ر عشرين ذراعاً و ر و جزء من خمسين من ذراع يكون نسبة د حـ إلى ر و كنسبة الألف إلى الواحد، وهذه النسبة هي نسبة حـ أ إلى ح ر إذن ألف مثل ح ر لكن ح ر عشرون ذراعاً يكون حـ أ بهذا المقدار عشرين ألف ذراع وذلك ما أردنا.



إذا أقمنا عموداً موازياً لضلع مثلث قائم الزاوية عند النقطة التي عندها تركبت الزاوية الحادة التي يوترها الضلع المحيط بالزاوية القائمة، وأخرج على الضلع من المثلث الذي عليه هذان العمودان عمود ثالث ويخرج حتى يجوز وتر الزاوية القائمة من المثلث ويقطعه، ثم يخرج خط مستقيم من طرف هذا الوتر ويمرّ بالعمود الأوسط ويقطعه حتى ينتهي إلى طرف العمود الذي فُرض على النقطة التي عند الزاوية الحادة فإنه يحدث أربع مثلثات كل اثنين منها متشابهة، ويعرف مجهول الأضلاع بعضها من بعض. مثال ذلك مثلث ب أ حـ زاويته القائمة أ ب حـ وقد أقيم على نقطة حـ عمود حـ د وعلى نقطة ه عموده وأخرج من نقطة أ التي هي طرف وتر الزاوية القائمة خط على استقامة فقطع خط ه و على نقطة د واتصل بنقطة د فأقول إنّ مثلثي أ د حـ أ ر ح متشابهان ومثلثا أ حـ ب ح د ه متشابهان، وإن أضلاع أ د ب الثلاثة المجهولة تصير معلومة. برهانه أن خط أ ب موازٍ لخط ه ح فمثلث أ ب حـ يشبه مثلث ح ه حـ وخط ح د موازٍ لخط ح ر فمثلث ح ر أ يشبه مثلث أ د حـ فنسبة د أ إلى أ ر كنسبةً حـ أ إلى أ ح فإذا فصلنا كانت نسبة د ر الى ر أ كنسبة د ر الى ر أ وإذا ركبنا بعد القلب كانت نسبة أ د إلى ح حـ كنسبة أ د الى حـ ح ولكن نسبة أ ح إلى حـ ح هي نسبة ب حـ إلى حـ ه لكن نسبة أ ح إلى د ر هي نسبة د حـ إلى فصل د حـ على ر ح كما / (ص 217و) بينا في الشكل المتقدم، لكن النسبة

على نسبة ب حـ إلى حـ ه ونسبة أ ب الى حـ ه فإن فرضنا د حـ خمسة أذرع و ر ح أربعة أذرع وتسعة وأربعين جزءاً من خمسين من ذراع فظاهر أن فضل حـ د على ر ح هو جزء واحد من خمسين من ذراع لخط حـ د مائتان وخمسون مثل فضله على ر ح فـ أ د إذن مائتان وخمسون مثل د ر وكذلك أ حـ ح لحـ و ي ح فإن فرضنا د ر ثلاثين ذراعاً كان أ ب كله بذلك المقدار سبعة آلاف وخمس مائة ذراع وإن فرضنا ه ح خمسة أذرع كان أ ب ألفاً ومائتين وخمسين ذراعاً، وكذلك إن فرضنا حـ ه و د ح معلومين عُلم أ حـ و حـ ب المجهولان وذلك ما أردنا أن نبين.



فهذان الشكلان بهما أصلان لكل آلة نريد اختراعها ومن قبل أنْ يُذكر رسم هذه الآلات ينبغي أن لا ندع شبهةً في تصحيحها لأنه ممكن أن يعترض معترضٌ فنقول: إنّ كانت هذه الآلات تنبّئ عن بُعد السحاب في الجو فممكن أيضاً أن تنبّئ عن أبعاد الكواكب وكذلك الأعمدة والعصي والكواكب ذوات الذوائب التي تحدث في الجو.

فلتعلم أنّ الأرض لما كانت عند أفلاك الكواكب كالنقطة وجب من ذلك أنْ نرى كل الكواكب المجتمعة في سمت درجة واحدة من فلك البروج كأنها في موضع واحد وبعدها بعد واحد، لأنّ حركة الإنسان على الأرض إلى مسافات بعِيدة لا يحدث للكواكب انحراف بعض عن بعض، مثال ذلك: أنّا توهمنا الزهرة والمريخ والمشتري وزحل وقلب الأسد كلها في

الدرجة التي فيها قلب الأسد مجتمعةً في الطول والعرض أيضاً فمن الظاهر أنّ الزهرة يكون لها ساترةً كلها حتى لا يتبين منها إلا كوكب واحد، فإذا زلنا عن سمت هذه بعده فراسخ كثيرة لم يحدث للزهرة انحراف محسوس، فإذا لم يحدث لها انحراف واسع كانت الخطوط التي تخرج من الناظر إلى كل واحد منها هي مساوية للخط الخارج إلى الزّهرة، أعني أنّه مثله في منظر العين فيصير بعد الزهرة على هذا القياس من الأرض مثل بُعد قلب الأسد، وهذا خُلفٌ لا يمكن، لأنّ بُعد قلب الأسد أضعاف مضاعفة لبعد الزهرة.

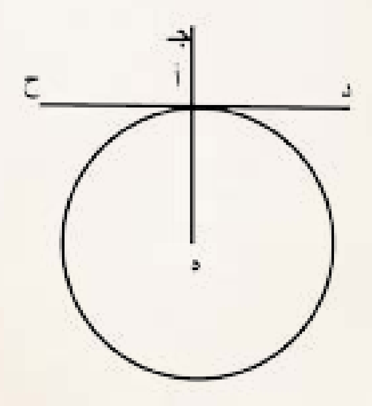
وأما البخارات التي تجوّز ستة عشر اصطاذيا (أي ستاديا) وتتصور يصور العصي والأعمدة والخوابي وكواكب ذوات ذوائب فإنها أيضاً تبعد عن بسيط / (ص 217ظ) الأرض بُعداً يقل مقدار الأرض عن محيط الأماكن التي هي فيها فيعرض شبه ما يعرض للكواكب أو قريباً منه.

فإن قالوا فالعمق أيضاً هي من البُعد بمثل البُعد الذي عليه الكواكب ذوات الذوائب وسائر البخارات المتصورّة في الجو بصور مختلفة، وإنّ ما يخرج لنا من هذه الأبعاد التي هي أبعاد الغيوم بهذه الآلات هي محال، كما أنّ تلك الأبعاد التي تخرج لهذه البخارات محال، فإذا رُفِعَ هذا الاعتراض بينا فساد قولهم بما نحن مبتدئون به من الآن.

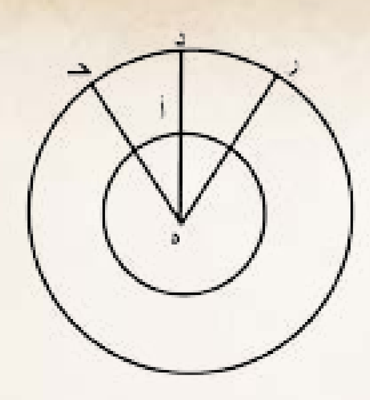
فنقول إنّ كل جسم مرتفع في الجوّ فإنّه يسامتُ مركزه نقطة من الأرض، وإذا أُخرج منهُ خطٌ مستقيم إلى الموضع الذي يسامته من بسيط الأرض وأُنّفذَ إلى المركز فإنه يكون خطاً واحداً مستقيماً، مثاله: أنّا نفرض الأرض أ ب ومركزها ه والجسم الذي في الجو جـ وهو يسامتُ نقطة أ من بسيط الأرض وينفذ إلى نقطة ه الذي هي مركز الأرض، فأقول إنّ الخط كله يصير خطاً واحداً مستقيماً برهانه أنّا نُخرج من نقطة خطاً يماس الأرض وهو خط ر ح وخط أ ح قد وقع على خط ر ح على زاوية قائمة لأنه عمود عليه وخط أ ه أيضاً عمود على ر حـ



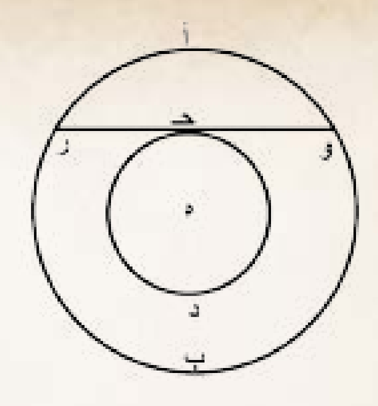
لأنه خرج من حيث يماس ر ح الدائرة ومرّ بالمركز فزاويتا ح أ د ه أ ح معادلتان لزاويتين قائمتين فقد خرج من خط ح أ من نقطة أ خطان في جهتين مختلفتين وصيّر الزاويتين اللتين يحيط بهما كل واحد منهما مع خط أ حـ معادلتين لقائمتين لخط د ه مستقيم مؤلف من خطين وذلك ما أردنا أن نبين.



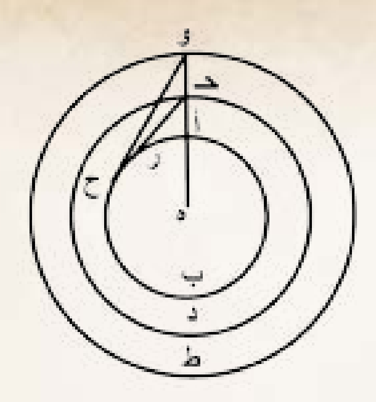
إذا كانت أجسام في الجوّ وبعدها من بسيط الأرض واحد ووضعها على خط واحد فإنّ ذلك الخط قطعة قوس من دائرة مركزها ومركز الأرض واحد. مثاله أن الأرض أ ب ومركزها ه والأجسام التي في الجو أجسام حـ د و وهي على خط واحد وهو خط حـ د و فأقول إنّ حـ د و وقوس من دائرة مركزها نقطة ه برهانه أنّا نخرج من نقط حـ د و خطوطاً مستقيمة إلى المواضع التي تسامتها من الأرض وينفذها إلى المركز أعني نقطة ه كما قدمنا في الشكل المتقدم أنّ الخطوط مستقيمة وهي أيضاً متساوية لأنّا فرضناها / (ص 218و) أولاً متساوية ثم زدنا على كل واحد منها مثل نصف قطر الأرض فصارت متساوية فنقطة ه مركز وخط حـ د و لدائرة مركزها نقطة ه وذلك ما أردنا أنْ نبين.



إذا كانت دائرتـان علـى مركـز واحـد وأُخـرج خـط مسـتقيم ممـاس الدائـرة الصغـرى وينتهـي طرفـاه إلـى محيـط الدائـرة العظمـى، فـإن طرفي هـذا الخـط يصيـران في أفـق النقطـة التـي مـاسّ عليهـا تلـك الدائـرة ويصيـر القـوس العليـا التـي يفصلهـا هـذا الخـط علـى النقطـة هـي كلهـا ظاهـرةٌ عليهـا والأخـرى المنخفضـة هـي كلهـا غائبـةٌ عنهـا. مثالـه: أنّ دائرتـي أ ب حـ د محطوطتـان علـى مركـز واحـد وهـو ه وخـط و ر دائـرة حـ د الصغـرى علـى نقطـة حـ فأقـول إن نقطتـي و ر هـمـا تقعـان في افـق نقطـة ح وان قـوس و أ ر ظاهـرة وقـوس و ب ر خفيـه. برهانـه أنّ نقطـة حـ لا قـدر لهـا علـى حدبـة دائـرة حـ د فتصيـر الحدبـة عندهـا كالسـطح المسـتقيم وقد أُخـرج في ذلـك السـطح خـط وهـو خـط و ر المسـتقيم وانتهـى طرفـا و ر إلـى محيـط دائـرة أ ب فمـن البيـن أنّ مـا تحـت نقطـة و إلـى مـا يلـي ب خفـي عنـد نقطـة حـ ومـا فـوق نقطـة و إلـى مـا يلـي أ ظاهـر، وكذلـك التدبيـر فيمـا يلـي نقطـة ر وذلـك مـا أردنـا أن نبيـن.



إذا كانت مراكز أجسام موضوعة على خط مستقيم يخرج من مركز الأرض وينفذ <من> سطحها ويمرّ صاعداً في الجو وأبعادها على الخط مختلفة، فإنّ الأقرب إلى سطح الأرض يغيب من مسافة هي أقرب من المسافة التي يغيب منها، التي هي أبعد بعد أعلى الخط. مثاله: إنّ الأرض دائرة أ ب ومركزها ه والخط المستقيم الذي عليه مراكز الأجسام خط د و ومركز الجسمين نقطتا حـ و فأقول إنّ حـ يغيب من مسافة على أقرب من المسافة التي يغيب فيها نقطة و على الأرض. برهانه أنّا نُخرج من نقطتي و حـ خطين يماسّان محيط الأرض وهو دائرة أ ب والخطان المخرجان خطاً و ح جـ ر فقوس أ ر هي المسافة التي فيها تركت نقطة حـ في تلك الجهة وما بعد نقطة ر يغيب فيه نقطة ويبقى نقطة و ظاهرة / (ص 218ظ) إلى حيث نقطة ح فقوس أ ح إذا أعظم من قوس أ ر لكن أ ح مسافة ما يرى فيه وفي تلك الجهة وقد كان بين أنّ أ ر هي المسافة التي تُرى فيها نقطة حـ فالمسافة التي تُرى فيها نقطة وأكثر من المسافة التي تُرى فيها نقطة حـ وذلك ما أردنا أن نبين.

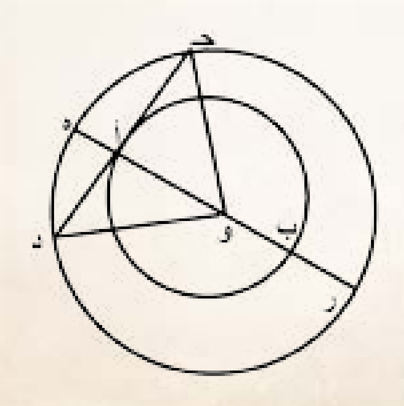


فإن نحن فرضنا محيط أعظم دائرة تقع على الأرض عشرين ألفاً ومائة وستين ميلاً بحسب ما رُصِدَ في أيام المأمون رحمه الله، وفرضنا دائرة تحيط بهذه الدائرة يكون فضل قطرها على قطر الأرض بمقدار ضعف أبعد بُعد السحاب عن الأرض، وأبعد بعدها عن الأرض على ما ذكر أرسطاطليس ستة عشر اصطاذيا يكون بذراع اليد اثنان وعشرون ألفاً وأربع مائة ذراع.

فإن أردت الذراع التي هي الذراع الهاشمية وهي ذراع وثلث باليد كان ستة عشر ألفاً وثمان مائة ذراع يكون من الأميال أربعة أميال وخُمّس ميل، ضعف ذلك ثمانية أميال وخمسا ميل. ونفرض على هذا المحيط نقطة مركز قطعة سحاب فينظر كم أبعد البُعد الذي بين الموضع الذي يسامته هذا السحاب والموضع الذي تقع في أفقه ليُعلم من ذلك اختلاف أبعاد البخارات التي ذكر أرسطاطليس أنها تبعد ستة عشر اصطاذيا صاعداً أو التي منها يستحيل فيرجع منعكساً إلى الأرض وهو السحاب.

فليكن محيط أعظم دائرة تقع على الأرض أ ب والدائرة العظمى التي يفضل قطرها على قطر الأرض ثمانية أميال وخُمّسا ميل دائرة ه ر ويجعل نقطتي حـ د في أفق أ متقابلتين وفيها قطعتا غيم، وليكن الخطان المخرجان منهما إلى مركز الأرض خطا د و حـ و ويخرج من

خطاً مماساً سطح الأرض وهو د أ حـ فخط قوس أ ط هو المسافة التي ترى فيها نقطة د فإن فرضنا خط و ه الذي هو نصف قطر الأرض مزاداً عليه غاية ارتفاع السحاب ومقداره أربعة أميال وخمس ميل بحسب ما رُصد في أيام المأمون وما ذكر أرسطاطاليس ألفاً ومائتين وأحد عشر ميلاً وإحدى وعشرون دقيقة وثمانية وعشرون ثانية، وإذا جعلنا خط و ه مائة وخمسين دقيقة كان خط أ ه الذي هو أربعة أميال واثنا عشر دقيقة بذلك المقدار عشر ثوانٍ وثمانية وعشرون ثالثة قوس ذلك منكوسة وهي قوس / (ص 219و) ه د درجتان وست عشرة دقيقة بالمقدار الذي به دائرة ه د ر ثلاث مائة وستون درجه وكذلك قوس أ ط درجتان وست عشرة درجة بالمقدار الذي به دائرة أ ب ثلاثمائة وستون درجة، فإذا ضربنا ذلك في خمسة وستين ميلاً الذي هو مقدار الدرجة الواحدة في الأرض كان قوس أ ط الذي هو بُعد المسافة فيما بين الموضع الذي يُسامته نقطة د والموضع الذي هي في أفقه مائة وسبعة وعشرون ميلاً بالتقريب، وذلك أبعد بُعد المسافات التي يجوز أنْ تُرى السحاب أو ذُرى الجبال الشاهقة منها، فظاهر أنّه غير موجود قطعة سحاب ممطرة أو غير ممطرة تُسامت رؤوس أهل قرية أو مدينة تُرى على مسافة أكثر من مائة وسبعة وعشرين ميلاً بالتقريب.



وأما البخارات التي تتصور في الجوّ بصور العصي والأعمدة والخوابي والكواكب ذوات الذوائب فإنها ترى على أبعد من هذا البعد بأضعاف مضاعفة، لأن الحادثة منها على سمت رؤوس أهل اليمن قد يمكن أن يراها أهل العراق، وليس السحاب الحادث على رؤوس أهل اليمن يُرى في أرض العراق فهذا دليل أنّ السحاب إنّما تُرى من أقل من مائة وسبعة وعشرون ميلاً، فإذا كان ظهورها في أقل من هذه المسافة أو في هذه المسافة فقط فذلك دليل على أنّ أبعد بُعد السحاب هو أقرب بعد سائر البخارات اليابسة التي ذكرناها، وأنّ أبعد بُعد السّحاب مقدار فرسخ ونصف وتلك اليابسة اكثر من هذا، وكل ما لطف منها واشتد يُبّسه كان أعلى موضعاً ويحدث فيها ضياءٌ وبياض وتصير متهيئة لحركة الكل، وما كان منها أغلظ ذي أحمر عادماً للحركة؛ لأنّ هذه تبقى في ظل الأرض الصنوبري فتحميه عنصر النار احماءً شديداً فيحدث من الظلمة وكثافة البخار حمرةٌ لامتزاج النار لهما وقد يكون أيضاً مع بسيط الظل الصنوبري، فمن أجل كونه مع البسيط يخالطه شعاع الشمس على أنّ ما قرب من بسيط الظل الصنوبري لونه أحمر فترى ذلك البخار يمثل لون الموضع.

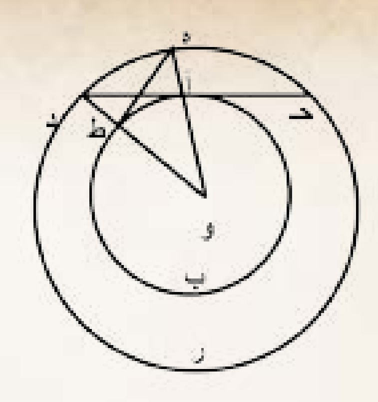
وأمّا عدمها للحركة فلقربها من الأرض وثقلها فلا تصير تابعةً للحركة، فأما ما لطف منها /(ص 219ظ). .. (كلمة ممسوحة من النص) بعدها من الأرض تصير تابعةً لحركة الكل ولقربها من قوة الحركة ويعرض لها البياض للطفها ووقوعها خارجاً من الظل الصنوبري حيث فيه ضياء الشمس ولعدم الظلام هناك رأى أبيض ولقربها من الحركة القوية ولطفها رُؤيت متحركةً من المشرق إلى المغرب إما دورة وإمّا أقلّ وإمّا أكثر ما دار منها دورة واحدة وأكثر فهي في غاية اللطف والخفّة والبُعد عن الأرض، وما كان منها لا يتم دورة واحدة في اليوم والليلة فهي أغلظ، وكلما كان دوراتها أقل فهي أغلظ وأقرب إلى الأرض، وإنما وقعت القريبة منها في ظل الأرض الصنوبري (المخروط) لأنّ ما قرب

من الأرض من شكل الظل الصنوبري فهو أوسع وكلما بعد المخرطّ ودقّ فنرى أكثر البُخارات اللطيفة خارجاً عن الظل الصنوبري لوقته هناك وسعة ما وراء ذلك من الجو، وقد يقع منها الشاذ في ذلك الظل الدقيق فيُرى أحمر كما يُرى القمر عند كسوفه وأشدّ، لأنّ هذا الجسم لقربه من ضياء الشمس ومخالطة الظلام إياه اشتدت حمرته وقد لقب القدماء أصحاب أحكام النجوم هذا النوع من البخارات بالكواكب ذوات الذوائب التي من طبيعة المريخ، وعندهم أنّ هذه كواكب مربوطة بالشمس ينحلّ رباطها عند حادثة تحدث في العالم عظيمة، وهذا القول يَستحق أن يُضحك منه، لأنّ الأمر بخلاف ذلك وبعيداً مما قالوه بعداً كثيراً.

وقد يمكن أن يُعرف مقدار بعد هذه البخارات في الجوّ عن الموضع الذي يُسامتها إذا عُرف بُعد الموضع من الأرض الذي يسامته ذلك البخار من الموضع من الأرض الذي يكون ذلك البخار في أفقه، ومعرفة ذلك يعكس التدبير الذي تقدم.

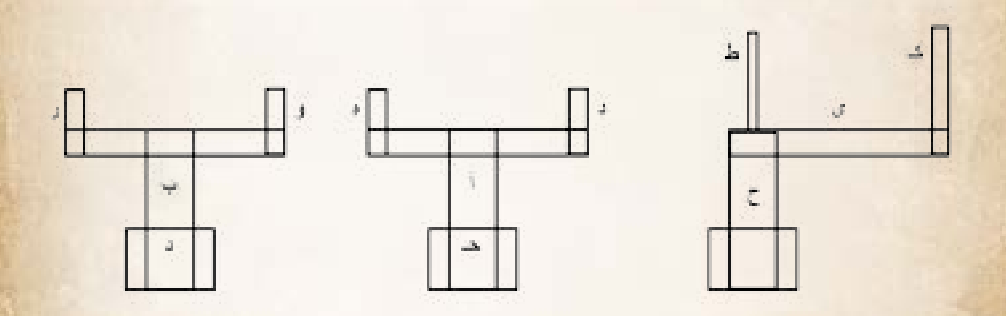
فنفرض نقطة من الأرض وهي نقطة $\overline{أ}$ يسامتها كوكب ذو ذنب عند نقطة $\overline{ه}$ ونُدير أعظم دائرة تقع على الأرض وتمر بنقطة $\overline{أ}$ ونُدير دائرة أخرى تسامت وتوازي هذه الدائرة وتمرّ بنقطة $\overline{ه}$ وهي دائرة $\overline{د ه ر}$ ويخرج خط $\overline{ه أ و}$، ونفرض نقطة $\overline{ط}$ الموضع الذي يصير الكوكب في أفقه ونخرج خطوط $\overline{ط ه}$ $\overline{د و}$ $\overline{أ د}$ $\overline{ط ح}$، ونفرض قوس $\overline{أ ط}$ ستمائة واثنين وسبعين ميلاً، فلأن خط $\overline{أ د}$ مثل خط $\overline{ه ط}$ و خط $\overline{ه ط}$ يماس دائرة $\overline{ه أ ب}$ فخط $\overline{د أ}$ إذن يماسّ دائرة $\overline{أ ب}$، فإذا جعلنا محيط دائرة $\overline{أ ب}$ ثلاثمائة وستين درجة كانت قطعة قوس $\overline{أ ط}$ بذلك المقدار اثني عشرة درجة، وكذلك يكون قطعة قوس $\overline{د ه}$ اثنتي عشرة درجة بالمقدار /(ص 220و) الذي به يكون دائرة $\overline{د ه ر}$ ثلاث مائة وستين درجة يكون جيبها منكوساً، وهو خط $\overline{أ ه}$ الذي أردنا أن نعلمه بذلك المقدار ثلاث دقائق وست عشرة ثانية وأربعون ثالثة بالمقدار الذي يكون به خط $\overline{أ و}$ مائة

وخمسين دقيقة، ونريد أن نحوّل خط د و إلى الأجزاء التي يكون بها خط أ و مائة وخمسين دقيقة ونقصنا منها الثلاث دقائق وست عشرة ثانية وأربعين ثالثة كان ذلك خط ه و وهو مائة وستة وأربعون دقيقة وثلاث وأربعون ثانية وعشرون ثالثة، فنضرب ذلك في الثلاث دقائق والست عشرة ثانية والأربعين ثالثة في مائة وخمسين ونقسم على المائة والستة وأربعين دقيقة والثلاث والأربعين ثانية والعشرين ثالثه يخرج لنا من القسم خط أ ه ثلاث دقائق وعشرون ثانية وثمانية وخمسون ثالثة بالمقدار الذي يكون خط أ و مائة وخمسين دقيقه ونريد أن نحوّل أ ه الذي هو ثلاث دقائق وعشرون ثانية وثمانية وخمسون ثالثة إلى الأجزاء التي بها يكون نصف قطر الأرض وهو خط أ و ثلاثة آلاف ومائتين وسبعة أجزاء وستة عشرة دقيقة ليكون ذلك أميالاً، فنضرب ثلاث دقائق وعشرين ثانية وثمانية وخمسين ثالثة في ثلاثة آلاف ومائتين وسبعة أجزاء وست عشرة دقيقة ونقسم ما اجتمع على مائة وخمسين دقيقة فنخرج خط أ ه أحد وسبعون جزءاً وستة وثلاثون دقيقة بالمقدار الذي به يكون خط أ و ثلاثة آلاف ومائتين وسبعة أجزاء وستة عشرة دقيقة وذلك هو بُعد الكوكب ذوات الذوائب أو البخار من بسيط الأرض وهو أربعة وعشرون فرسخاً بالتقريب، والمسافة التي بين البلدين الذي هذا الكوكب أو البخار في سمت رؤوس أهل أحدهما وفي أفق البلد الآخر ثلاث مائة وأربعة وعشرون فرسخاً بالتقريب، وبهذا التدبير تُعرف أبعاد سائر البخارات التي يعلو الموضع الذي فيه يكون الأمطار والرياح وسائر الأحداث.



فإذ قد اتضح جُملٌ من الأشياء التي تصح بها معرفة الأشياء البعيدة عن العين في الجوّ والبراهين التي بها يميز ما يدرك منها وما لا يدرك بالآلات؛ فقد حال لنا أن نبدأ برسم عمل الآلات التي تبين لنا بها معرفة بعد الأشياء التي على بسيط الأرض أو بسيط الماء /(ص 220ظ)، وأبعاد الأشياء المرتفعة عن سطح الأرض من أعمدة الجبال والسحاب، ولأن أشرف الآلات التي بها تعرف هذه الأبعاد هي ما تنبئ عن مسافات بعيدة من مسافات سيره عن قواعد الآلة، مثال ذلك أن الآلة التي تنبئ عن بُعد فرسخين من عشرين ذراعاً تكون بين القواعد أشرف من الآلة التي تنبئ عن ذلك بمائة ذراع تكون بين القواعد لأن المسافة إذا بعدت بين القواعد لم يؤمن الزلل الكثير لعدم صحة وجود نصب الآلة وأما متى كان بين قواعد الآلة مسافة قريبة أمكن أن يكون النصب أصدق ما يمكن، فلما وجدت الأمر يجري هكذا حاولت طلب آلة بها يُعرف مسافة الشيء البعيد على وجه الأرض من مسافة سيره، فنعمل لذلك مسطرتين من شبّة ارتفاع كل واحدة منهما ذراع مثل مسطرتي أ ب ويعمل لكل واحدة منهما قاعدة مربعة مركب عليهما كل واحدة من مسطرتي أ ب ويمسكانهما وتقسم أضلاع القاعدة نصفين بخط مستقيم وهما قاعدتا حـ د ويعمل عضادتين مقدار كل واحدة منهما ثلاثة أصابع ونركّب على أطرافهما آذاناً مثقوبة ثقوباً مربعة

وليكن الثقب الواحد من أُذن كل واحدة من العضادتين أخفض من الثقب الذي يوازيه فليكن العضادتان عضادتي د ه و ر ويركب عضادة د ه على طرف مسطرة أ وعضادة و ر على طرف مسطرة ب وليكن التركيب عند نصف كل واحدة من العضادتين سواء ولتكن الآذان إلى ما يلي فوق ولتكن هاتان العضادتان إذا قامت كل واحد من المسطرتين قبالة الأفق صارت العضادتان موازيتين للأفق، ويعمل مسطرة أخرى على قاعدة يكون مع القاعدة أنقص من كل واحدة من المسطرتين الأخريين مع قاعدتهما بمقدار ثلاث أصابع وهي مسطرة، ويُقام على طرفها شخص دقيق مقداره أربع أصابع ونركب في طرفها في موازاة الأفق إذا كانت المسطرة قائمة مسطرة وليكن طولها شبراً ونقسم ظاهر سطحها بخمسين قسماً متساوية، ونعمل في وسط المسطرة حزّ في طولها كلها ووسط الأقسام ونركب في هذا الحزّ شخص دقيق ارتفاعه ثلاثة أصابع فليكن السطح القائم على طرف المسطرة شخص والمسطرة التي نأخذ في موازاة الأفق المقسومة مسطرة ي والشخص الذي يجري في الحز شخص كـ فهذا تمام عمل هذه الآلة وهي هذه المرسومة. /(ص 221و)



والعمل بهذه الآلة أن تُنصب مسطرة قبالة الأفق ويُنظر إلى الشيء الذي تُريد معرفة مقدار بعده من ثقبي عضادة د ه ولتكن الأذن التي فيها الثقب المنخفض إلى ما يلي الشيء المبصر والأذن التي فيها الثقب المرتفع عند الناظر ثم تدار المسطرة مع قاعدتها يمنةً ويسرةً نتبين

الشيء المُبصر فإذا تبين نُظر إلى الخطوط التي تقسم أضلاع القاعدة بنصفين فنخرج على وجه الأرض منها خطوط مستقيمة ثم نحوّل القاعدة مع نصبة المسطرة والعضادة كما هي، فموضع الخط الذي كان يلي الشي المبصر الذي قسم تلك القاعدة بنصفين على الخط الذي على وجه الأرض الذي يلي يمنة هذه القاعدة أو يسرتها، ثم نُباعد باقي تلك الجهة التي عليها التقاء الخطين ونُحول هذه المسطرة مع قاعدتها وعضادتها نحو المسطرة الأولى وهي مسطرة أ وليكن مقدار ما تباعد إن كان ما يحزر من بعد الشيء فرسخ، فليكن مقدار ما تباعد منها اثني عشر ذراعاً وإن حزر البعد فرسخين فمقدار. .. (يوجد فراغ في الأصل) ذراعاً وإن حزر ثلاثة فراسخ فنحو ثلثين ذراعاً ثم انظر من ثقبي أذني مسطرة ب إلى أذني عضادة د ه فمتى سرت إحداهما للأخرى فقد تمت لك النصبة بعد أن يكون المسطرتان قائمتين من الأفق على زوايا قائمة ونعرف قيامها على زوايا قائمة من شواقيل (كتلة معلّقة بخيط تشدها الجاذبية للأسفل) يعمل في سطوحها فإذا تمت لك هذه النصبة فحول مسطرة ب إلى ناحية الشيء المبصر أعني تحركه حتى تصير عضادة و ر آخذةً إلى ناحية الشيء المبصر، بعد أن يكون خططت خطاً على وجه الأرض من الخط الذي قسم ضلع القاعدة الذي كان يلي الشيء المبصر بنصفين فإذا وضعت نصف الضلع الذي كان يلي المسطرة أ كذا وصارت عضادة و ر موازية للخط الذي على وجه الأرض وضعت حينئذ مسطرة ح بين يدي عضادة و ر وليكن بُعدها من مسطرة ب كبعد مسطرة ب من مسطرة أ ثم ينظر من ثقبي عضادة و ر إلى شخص ط وتحرك مسطرة ح قبالة الأفق فقد تمت النصبة بعد أن تكون مسطرة ي ه / (ص 221ظ) الموازية للأفق مما يلي الشيء المبصر، ثم تحرك مسطرة ب حتى تصير عضادة و ر نحو الشيء المبصر وحرك شخص ك في الحز الذي يجري فيه فمتى ستر الشخص الشيء المبصر فعلم على الحز الذي انتهى إليه الشخص أعنى من الأجزاء المقسومة

على سطح مسطرة ي ثم ذرع ما بين مسطرتي أ ب واضربه في مائة فما كان فاحفظه ثم اضرب الأذرع الذي بين مسطرة ب ومسطرة ح في مائة أيضاً واحفظ ذلك، ثم اضرب هذا في الأول واقسمه على الآخر التي انتهى إليها شخص ك فما خرج فاقسمه على مائة فما خرج من القسم فهو بُعد الشيء المبصر من مسطرة ب من الأذرع. مثال ذلك أنّا وجدنا بين مسطرتي أ ب أربعين ذراعاً فضربناه في مائة فكان أربعة آلاف، ثم أخذنا ما بين مسطرتي ب ح فوجدناه خمسين ذراعاً فضربناه أيضاً في مائة فكان خمسة آلاف وضربنا أحدهما في الآخر فكان ذلك عشرين ألف ألف، ثم نظرنا إلى الجزء الذي انتهى إليه شخص ك فوجدناه الجزء الأول فقسمنا عليه العشرين ألف ألف فخرج القسم عشرون ألف ألف، فقسمناه على مائة فخرج القسم مائتا ألف ذراعٍ وذلك بُعد الشيء المبصر من مسطرة ب ولو كان انتهى شخص ك إلى الجزء التالي لكان البعد مائة ألف ذراع وذلك ما أردنا.

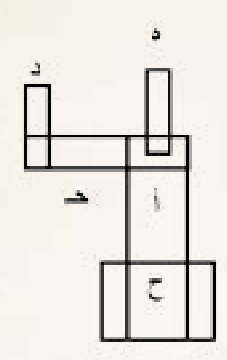
وإن شئت فاضرب بُعد ما بين سطرين أ ب من الأذرع في البعد الذي بين مسطرتي ب ح بعد أن تضرب البعد الذي بين مسطرتي أ ب في مائة حتى يصير كله ذراع مائة جزء فما خرج من الضرب فهو البعد الذي بين مسطرة ب والشيء المُبصر، هذا إن كان الشخص انتهى إلى جزء واحد وإن كان انتهى إلى جزئين فاضرب الأذرع إلى بين مسطرتي في نصف الأذرع الذي بين مسطرتي أ ب وإن كان الشخص انتهى الى ثلاثة أجزاء فاضربه في ثُلث البعد الذي بين مسطرتي ب ح وإن كان أربعة ففي الربع، وكذلك فانظر إلى الجزء الذي انتهى إليه الشخص فخذ تسميته من الكسور وخذ مثل ذلك الكسر من البعد الذي بين مسطرتي ب ح فاضربه كما قلنا في الأجزاء المجتمعة من البعد الذي بين مسطرتي أ ب فما خرج فهو البعد الذي يحتاج إليه إن شاء الله تعالى.

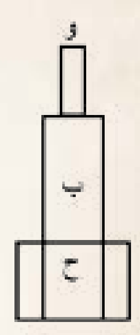
فإن أردت أن تعرف ذلك بآلة أخرى خفيفة العمل فخذ مسطرتي من خشب صلب ارتفاع واحدة منها ثلاث أذرع وارتفاع الأخرى ذراعان وتسعة /(ص 222و) وأربعين جزء من خمسين جزءاً من ذراع، ثم ركب على أطرافهما أذنين ولتكن الأذن التي في المسطرة الطويلة مثقوبة والتي في طرف المسطرة القصيرة رقيقة غير مثقوبة، وليكن مقدارهما متساويا وليكونا قائمتين على طرفي المسطرتين قياماً مستوياً ثم يُعمل عضادة طولها ثلاث أصابع وعلى طرفها أذن واحدة فيها ثقب ونركب الطرف الذي ليس فيه أذن على المسطرة الطويلة التي عند الحد الذي به فصل المسطرة الطويلة على القصيرة تركيباً.

إذا قامت المسطرة قُبالة الأفق صارت هذه العضادة موازية للأفق تكون الأذن التي على طرفها مما يلي فوق موازيةٍ للمسطرة ويثقب في المسطرة عند الجزء الذي ركبت فيه العضادة ومع سطح ظاهر العضادة ثقباً ينفذ المسطرة ويكون هذا الثقب موازياً للثقب الذي في أذن العضادة على أن يكون الثقب الذي في أذن العضادة ينتهي إلى سطح العضادة وتركب هاتين المسطرتين على قاعدة تمسكها، أعني لكل واحدة قاعدة مستوية التقدير؛ فلتكن المسطرة الطويلة مسطرة أ والقصيرة مسطرة ب والعضادة حـ والأذن التي على طرفها د وأذن مسطرة أ ه وأذن مسطرة ب و وقاعدتا مسطرتي أ ب ح ح.

العمل بهذه الآلة تنصب مسطرة ه عند الناظر ولتكن عضادة حـ مما يلي الراصد ولتكن نصبة المسطرة قبالة الأفق من شاقول يعمل مع ارتفاع المسطرة مثل الشواقيل التي تعمل في الآلات التي للساعات، فاذا صحت النصبة فانصب مسطرة ب بين يدي هذه المسطرة نحو الشيء الذي يُراد معرفة بُعده وننظر من أذن ه من الثقب الذي فيها إلى شخص و فمتى ستر شخص و الشيء الذي يراد معرفة بُعده بعد أن تكون المسطرتان في سطح واحد. ومعرفة ذلك بأن يُنظر من أذن حـ والثقب الذي في المسطرة فمتى رأيت طرف مسطرة ب الذي عليه

الشخص فإنّ مسطرتي أ ب في سطح واحد، وإن وجدت طرف مسطرة ب ارفع من ثقب مسطرة أ فإن <كانت> مسطرة ب في سطح أرفع من السطح الذي فيه مسطرة أ فاحفر الموضع الذي فيه مسطرة حتى ترى طرفها مع ثقب مسطرة ب فإذا رأيت فقد صحت النصبة، وإن وجدت طرف مسطرة ب اخفض من ثقب مسطرة أ فإنّ <كانت> مسطرة أ في سطح هو أرفع من السطح الذي فيه مسطرة فاحفر الموضع الذي/ (ص 222ظ) فيه مسطرة أ حتى يستوي الثقب مع الطرف، فإذا استوى فقد صحّت النصبة، ثم عاود رصد الشيء الذي يُراد معرفة بُعده، فلا يزال يُحتال بهذه الحيل التي قدمناها حتى تستوي نصبة المساطر فإذا استوى ذلك ذرّع البُعد الذي بين مسطرتي أ ب فما كان بينهما من أذرع جعلت لكل ذراع مائة وعشرين ذراعاً فما اجتمع من ذلك فهو البُعد الذي بين مسطرة أ والشي المبصر وذلك ما أردنا أن نبين. وهذه صورتها:





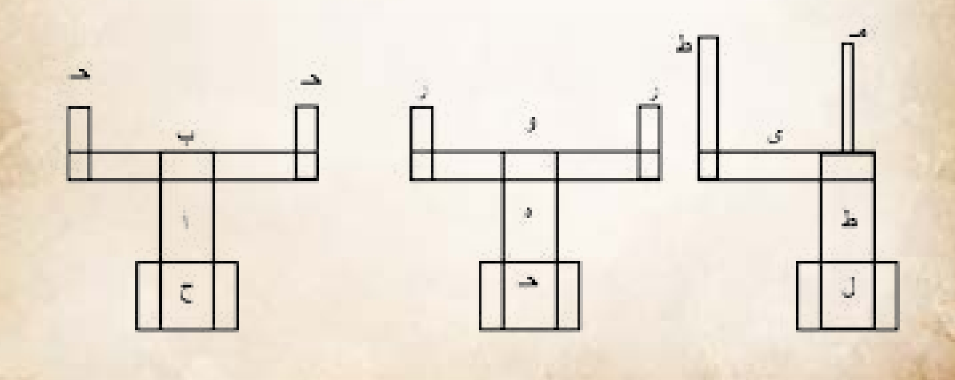
والبرهان على هذه الأبعاد أنها هكذا قد قدمناه في الشكل المتقدم.

عمل آلة يعرف بها أعمدة الحبال وبعد السحاب في الجو وكل الأجسام الشاخصة عن بسيط الأرض

تعمل مسطرتين ارتفاع كل واحدة منهما مقدار ذراع على قاعدتين

تمسكهما إذا أقمتهما قبالة الأفق، وتعمل عضادتين كل واحدة من ثلاثة أصابع، وتركب في أطرافها آذان فيها ثقوب وتركب كل واحدة منهما على طرف إحدى المسطرتين تركيباً سلساً وليكن التركيب كذا الطرف عند وسط كل واحدة من العضادتين ووسط سطح المسطرتين سواء ونركب على طرف مسطرة واحدة شخصاً قائماً، وعلى طرف المسطرة الأخرى أذناً ارتفاعها مثل ارتفاع الشخص وليكن منها ثقب ويعمل مسطرة ارتفاعها أربعة أذرع على القاعدة مثل القواعد الأول وفي طرف هذه المسطرة مسطرة أخرى شبه مقسومة ثلاثين قسماً، وفي وسطها حزّ وليكن في هذا الحز شاخص صغير أقل من الآذان التي تكون على عضايد الإصطرلاب وليجر في الحز جرياً سهلاً ولتكن هذه المسطرة الصغيرة إذا قامت العظمى قباله الأفق موازية للأفق، ويعمل في هذه المساطر كلها شواقيل لنصحح بها نصب المساطر قبالة الأفق **فلتكن** المسطرة الأولى أ والعضادة المركبة في طرفها ب والشخص الذي في طرفها قائم حـ وقاعدتها د والمسطرة الثانية ه وعضادتها والأذن المركبة على طرفها ر وقاعدتها ح والمسطرة الطويلة ط و الصغيرة المركبة في طرفها ي والشخص الذي يحرك في الحز كـ وقاعدة هذه المسطرة ل والشخص القائم على طرفها م فهذا تمام عمل هذه الآلة./ (ص 223و)

وهذه صورة الآلة:



والعمل بهذه الآلة تنصب مسطرة أ قبالة الأفق عند الراصد وتحوّل عضادة ب نحو الشيء المُبصر وتبصر من ثقبي أذنيها بأن تحرك العضادة أسفل وفوق إلى أن ترى الشيء المبصر فإذا رأيته أجريت مسطرة ه يمنة هذه المسطرة أعني مسطرة أ إن كان الموضع الذي فيه قيام الشيء الذي يُراد معرفة ارتفاعه مقدار فرسخ فليكن ما بين مسطرتي أ ه مقدار عشرة أذرع، وإن زاد على فرسخ فزد على ذلك المقدار ذراعاً قليلة، وإن كان فرسخين فليكن البُعد بينهما مقدار خمسة عشر ذراعاً أو عشرين ذراعاً ثم يُنظر من ثقب أذن ر إلى شخص حـ فإذا رأيت شخص حـ من ثقب أذن ر فإنّ المسطرتين على خط واحد، ثم باعد بين مسطرة ط أمام مسطرة ه بمقدار البُعد الذي بين مسطرتي أ ه ثم تنظر من ثقب ر بعد أن تحوّل أذن ب فتضع وسطه على الخط الذي يقطع وسط مسطرة ه ثم تنظر من ثقب هذه الأذن إلى ما يلي الشيء المُبصر، ولا يزال تقدم مسطرة ط وتباعد قدام مرة وخلف أخرى وعن يمين وعن شمال حتى يتبين كـ على مسطرة ي وينظر من أذني عضادة و وترفع العضادة وتحفظها وتحرك شخص كـ حتى يستر ذروه الشيء فإذا ستره فانظر إلى الجزء الذي إليه انتهى شخص كـ وليكن العدد مما يلي مسطرة ط ثم تذرع ما بين مسطرتي أ ه وتضرب المجتمع في ستين وتقسم على عدد الأجزاء التي إليها انتهاء شخص كـ فما خرج فليُضرب في ثلاثة فما اجتمع من الضرب فهو ارتفاع الشيء القائم أو ارتفاع الغيم من الموضع الذي سامته وذلك ما أردنا أن نبين.

فإن أردت أن تعرف بُعد ما بين البصر والموضع الذي يُسامته الغيم أو مسقط حجر الجسم الشاخص عن الأرض فاعرف البُعد الذي بين مسطرتي ه ط من الأذرع وأسقط كل ذراع ستين جزءاً ثم اضرب المجتمع في المقسوم فما خرج / (ص 223ظ) من الضرب فهو بُعد ما أردت.

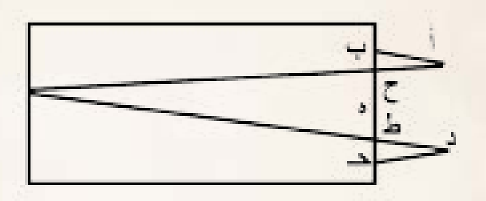
وإن أردت أن تعرف مقدار ارتفاع الشيء القائم من الشكل الثاني فافرض <أن طول> عودٍ ه ر ستة أذرع وانظر من نقطة حـ مع ارتفاع عود ه ر فمن البين أن خطٍ أ ح يصير خطاً شعاعياً وليكن عند نظرنا من نقطتي حـ د تبين لنا عند كلا الرصدين نقطة أ التي هي ذروة الشيء الذي يريد ارتفاعه وليكن الخطان الشعاعيان مقاطعين عود ه ر عند نقطتي ر ح وليكن فصل ح ه على حـ د جزءاً واحداً من مائتي جزء من مسطرة حـ د فمن الظاهر البيّن أنّ الما بين إذا قسمت على الجزء الواحد وضرب في ثلاثة كان ارتفاع الشيء القائم فنفرض الشيء القائم أ ب فيكون أ ب بهذا المقدار ست مائة ذراع فإن فرضنا حـ د خمسة أذرع وفصل حـ د على حـ د جزءاً من ألف ومائتين جزء فيكون أ ب بهذا المقدار ست آلاف ذراع وذلك ما أردنا أن نبين.

وصورة ذلك قد تقدمت في الشكل الثاني من الشكلين اللذين أقمنا بهما البرهان في صدر كتابنا على ما احتجنا إلى إقامة البرهان عليه.

نريد أن نبين كيف نجد عمود بئر أو وادٍ من غير أن يُعرف قطر رأسه أو ارتفاعه فلتعمد إلى عودين متساويين وتنصبهما بالقرب من رأس البئر أو الشيء الغائر ثم تنظر مع طرف أحد العودين بعد أن يكون قائماً قباله الأفق فلا يزال تقربه وتباعده من حرف البئر إلى أن تبيّن لنا ملؤه أسفل البئر مما يلي الجانب الآخر، فإذا فعلنا ذلك وتبين لنا أعدنا بالعود الثاني عن العود الأول أو يسرته وليكن بعده من حرف البئر كبعد العود الأول، ثم يُنظر مع طرف هذا العود إلى الموضع الذي رأيت من طرف المسطرة الأولى، فإذا أثبتنا النقطة علمنا على حرف البئر فيكون نسبة بُعد ما بين المسطرتين إلى وتر قطعة رأس البئر التي فصلها الخطان الشعاعيان كنسبة كل واحد من الخطين كله إلى الخط الذي بين حرف البئر والموضع المُبصر وكنسبة عمق البئر كله إلى العود كنسبة البعد الذي بين المسطرتين إلى فضل هذا البُعد على قطر القطعة التي فصلها الخطان الشعاعيان من رأس البير والبراهين

على حقيقة ما قلنا يتبين من الشكل الأول فنفرض العودين أ ب ح د والبئر ه ر والخطين الشعاعيين ب ر ح د ط ر / (ص 224و) والبعد بين المسطرتين خط أ حـ فإن فرضنا خط أ حـ عشرة أذرع وفصل وتر أ حـ على وتر ط حـ جزءاً من عشرة من ذراع فمن الظاهر أن قدر أ ح إلى هذا الفصل قدر المائة إلى الواحد وهذه النسبة قد تبين قديماً أن نسبة ط ه الذي هو العمق إلى د ح فإن فرضنا د ح أربعة أذرع كان ط ه بذلك المقدار أربع مائة ذراع وذلك ما أردنا أن نبين.

فإن أردت أن لا تقرب شيئاً من رأس البئر ولا تعتبر به تقيم عودين صغيرين على حرف البئر ثم تنظر من طرفي العودين الطولين ومع طرفي هذين العودين على التدبير المتقدم حتى ترى من المكانين نقطة ر ثم تقيم البُعد بين طرفي هذين العودين الصغيرين مقام وتر القطعة من حرف الدائرة التي فصلها الخطان الشعاعيان إن شاء الله تعالى وحده.



تم الكتاب والحمد لله كثيراً وصلى الله على محمد النبي وعلى آله وسلم تسليماً.

وفرغت من كتابته بدمشق في شعبان سنة 626 هجرية / (ص 224ظ).

7.7 نصوص أبو الحسن المسعودي (توفي 347هـ / 957م)

1.7.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد المؤرخ والرحالة علي بن الحسين بن علي، أبو الحسن المسعودي، من ذرية عبد الله بن مسعود رضي الله عنه. وهو من أهل بغداد، لكنه أقام بمصر حتى توفي فيها. كان المسعودي مؤلفاً غزير الإنتاج العلمي، من مؤلفاته: مروج الذهب، وأخبار الزمان ومن أباده الحدثان، وهو كتاب في التاريخ في نحو ثلاثين مجلداً، بقي منه الجزء الأول، والتنبيه والإشراف، وذخائر العلوم وما كان في سالف الدهور وغيرها الكثير (الزركلي، 1980م).

2.7.7 كروية الأرض

«وذكر من عنيَ بمساحة الأرض وشكلها أنّ تدويرها يكون بالتقريب أربعة وعشرين ألف ميل وذلك تدويرها مع المياه والبحار فإن المياه مستديرةٌ مع الأرض وحدهما واحد فكلما نقص من استدارة الأرض وطولها وعرضها شيء تم باستدارة الماء وطوله وعرضه وذلك أنهم نظروا الى مدينتين في خط واحد إحداهما أقل عرضاً من الأخرى وهما الكوفة ومدينة السلام فأخذوا عرضيهما فنقصوا الأقل من الأكثر ثم قسموا ما بقي على عدد الأميال التي بينهما فكان نصيب الدرجة مما يحاذيهما من أجزاء الأرض المستديرة ستة وستين ميلاً وثلثي ميل على ما ذكر بطلميوس فإذا ضربوا ذلك في جميع درج الفلك التي هي ثلاثمائة وستون درجة كان ذلك أربعة وعشرين ألف ميل، وكان قطرها الذي هو طولها وعرضها وغلظها سبعة آلاف ميل وستمائة وسبعة وستين ميلاً، والميل أربعة آلاف ذراع بالسوداء وهو الذراع الذي وضعه المأمون لذرع الثياب ومساحة البناء وقسمة المنازل، والذراع أربع وعشرون

إصبعاً والإصبع ست شعيرات مضموم بعضها إلى بعض والفرسخ بهذا الميل ثلاثة أميال، ومنهم من يجعل الميل ثلاثة آلاف ذراع والفرسخ أربعة أميال وكلاهما يؤولان الى شيء واحد وفيما ذكرناه من مقدار حصة الدرجة من الأميال تنازع فمنهم من رأى أن ذلك سبعة وثمانون ميلاً ومنهم من رأى ذلك ستة وخمسون ميلاً وثلثي ميل والمعول في ذلك على ما حكيناه عن بطلميوس والأرض من أربعة جواهر من الرمل والطين والأحجار والأملاح وجوفها أطباق يتخرق فيها الهواء ويجول فيها الماء مواصلاً لها كمواصلة الدم للجسد فما غلب عليه الهواء من الماء كان عذباً شروباً وما امتنع الهواء من التمكن منه وغلبت عليه أملاح الأرض وسبخها صار ملحاً أجاجاً وأن كون مياه العيون والأنهار في الأرضين كالعروق في البدن» (المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).

«وقد تنوزع في شكل البحار، فذهب الأكثر من الفلاسفة المتقدمين من الهند وحكماء اليونانيين إلا من خالفهم وذهب إلى قول الشرعيين أن البحر مستدير على مواضع الأرض، واستدلوا على صحة ذلك بدلائل كثيرة، منها أنك إذا لججت فيه غابت عنك الأرض والجبال شيئاً بعد شيء حتى تغيب ذلك كله، ولا ترى شيئاً من شوامخ الجبال، وإذا أقبلت أيضاً نحو الساحل ظهرت تلك الجبال شيئاً بعد شيء، وإذا قربت من الساحل ظهرت الأشجار والأرض، وهذا جبل دنباوند بين بلاد الري وطبرستان يرى من مائة فرسخ لعلوه وذهابه في الجو، ويرتفع في أعاليه الدخان، والثلوج مترادفة عليه غير خالية من أعاليه، ويخرج من أسفله نهر كثير الماء أصفر كبريتي ذهبي اللون، مسافة الصعود إليه في نحو ثلاثة أيام بلياليها، وإنّ من علاه وصار في قلته وجد مساحة رأس نحو ألف فراع في مثل ذلك، وهي ترى في رأي العين من أسفل نحو القبة المنخرطة، وإن في هذه المساحة في أعاليه رملاً أحمر تغوص فيه الأقدام، وإن هذه القبة لا يلحقها شيء من الوحش ولا من الطير، لشدة الرياح وسموها في الهواء، وشدة البرد، وإن في أعاليه نحواً من ثلاثين ثقباً

يخرج منها الدخان الكبريتي العظيم، ويخرج مع ذلك من هذه المخارق مع الدخان دوي عظيم كأشد ما يكون من الرعد، وذلك صوت تلهب النيران، وربما يحمل من غرر بنفسه وصعد إلى أعاليه من أفاه هذه الثقوب كبريتاً أصفر كأنه الذهب يقع في أنواع الصنعة والكيمياء وغير ذلك من الوجوه، وإن من علاه يرى ما حوله من الجبال الشامخة كأنها رواب وتلال لعلوه عليها، وبين هذا الجبل وبحر طبرستان في المسافة نحو من عشرين فرسخاً، والمراكب إذا لجت في هذا البحر غاب عنها جبل دنباوند فلم يره أحد، فإذا صاروا في هذا البحر على نحو من مائة فرسخ، ودنوا من جبال طبرستان رأوا اليسير من أعالي هذا الجبل، فكلما قربوا من هذا الساحل ظهر لهم، وهذا دليل على ما ذهبوا إليه من كرية ماء البحر، وأنه مستدير الشكل؛ وكذلك من يكون في بحر الروم الذي هو بحر الشام ومصر يرى الجبل الأقرع، وهو جبل عال لا يحرك علوه، مطل على بلاد أنطاكية واللاذقية وطرابلس وجزيرة قبرص وغيرها في بلاد الروم، فيغيب عن أبصار من في المراكب لانخفاضهم في المسير في البحر عن المواضع التي يرى منها» (المسعودي، مروج الذهب ومعادن الجوهر، 2005م).

«وذكروا <الحكماء> أن الأرض مستديرة، ومركزها في وسط الفلك، والهواء محيط بها من كل الجهات»(المسعودي، مروج الذهب ومعادن الجوهر، 2005م).

«وأن الحكمة في كون الأرض كرية الشكل، أنّها لو كانت مسطوحة كلها لا غور فيها ولا نشز يخرقها لم يكن النبات وكانت مياه البحار سائحة على وجهها فلم يكن الزرع ولم يكن لها غدران تفضي مياه السيول إليها، ولا كانت لها عيون تجرى تنبع بالماء أبداً، لأن مياه العيون لو كانت منها تخرج دائماً لفنيت ولصار الماء أبداً غالباً على وجه الأرض فكان يهلك الحيوان ولا يكون زرع ولا نبات فجعل عز وجل منها أنجاداً ومنها أغواراً ومنها أنشاز أو منها مستوية، وأما أنشازها فمنها

الجبال الشامخة ومنافعها ظاهرة في قوة تحدر السيول منها فتنتهي إلى الأرضين البعيدة بقوة جريها ولتقبل الثلوج فتحفظها إلى أن تنقطع مياه الامطار وتذيبها الشمس فيقوم ما يتحلب منها مقام الأمطار ولتكون الآكام والجبال في الأرض حواشر للمياه لتجري من تحتها ومن شعوبها وأوديتها، فيكون منها العيون الغزيرة ليعتصم بها الحيوان ويتخذها مأوى ومسكناً، ولتكون مقاطع ومعاقل وحواجز بين الأرضين من غلبة مياه الأمطار عليها وما لا يحصيه إلا خالقها»(المسعودي، التنبيه والأشراف، (د. ت)).

8.7 نصوص أبو بكر محمد حسن الكرجي (توفي بعد 406هـ/ 1015م)

1.8.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد محمد بن الحسن الكرجي (أو الكرخي)، أبو بكر من علماء الرياضيات والمهندسين، وقد اتصل بفخر الملك (وزير بهاء الدولة البويهي) وصنف له كتاب (الفخري) في الجبر والمقابلة، من مؤلفاته الأخرى: (الكافي) في الحساب، و(إنباط المياه الخفية) و(البديع في الحساب) (الزركلي، 1980م).

2.8.7 كروية الأرض

«أقول إن الأرض كرية بجميع ما عليها من جبال ووهادٍ وحدور وصعود، ومكانها الذي خلق الله لها مركز العالم <الكون> وهي تطلبه أبداً بحركتها المخلوقة لها، وقدرها عند العالم قدراً يسيراً جداً، وأنّ الله تبارك وتعالى خلق العالم مصمتاً لا خلاء فيه، وجعل لكل شيءٍ من الأفلاك والكواكب والنار والهواء والماء والأرض مكاناً خاصاً له يطلبه بحركته، إذا انفصل منه؛ فالأجسام الكثيفة مثل الأرض والماء يطلب المركز المذكور يسبق إليه الأكثف ولا حاجة بنا في عرضنا إلى الكلام فيما بعد الماء، ووجب من هذا أن تكون الأرض في المركز والماء محيطاً بها، فلو كانت الأرض صحيحة التدوير صلبة لا يتخللها الماء، وتكون الخطوط الخارجة من المركز إلى سطحها متساوية كلها لإحاطة الماء بها إحاطة بياض البيض بصفرتها، قليلاً كان الماء أم كثيراً، وكان سطح كرة الماء موازياً لسطح كرة الأرض، ولم يكن للماء جرية بتة، وكانت الأرض بحراً واحداً من غير برّ ولم يكن عليها إلا الحيوان المائي وكان ارتفاع الماء في كل موضع قدراً واحداً، ولو كانت الأرض كما وصفنا صحيحة التدوير، والخطوط الخارجة من المركز إلى سطحها متساوية وكان في

الأرض خلل على صفة واحدة لكان لا يخلو حال الماء من ثلاثة أوجه:

إما أن يكون الماء غامراً لها فتكون بحراً واحداً،

وإما أن تكون مع سطحها فيكون وجهها براً واحداً،

وإما أن يكون غائراً فيها متحيراً في بطنها فيكون سطح الأرض موازياً الماء ولا يكون له جرية في الوجوه الثلاثة وينتهي إليه في قعر واحد إذا كان غائراً ولا يمكن إنباطه إلا بالدواليب والغرافات.

وإنما ذكرت ذلك ليتصور منه طبع الماء، وأنه في جريته يطلب شكله الكروي فإذا وجده لم يجر بتة، وكذلك الأبنية والأمكنة المرتفعة عن وجه الأرض تنهار وتقع طلباً للمركز واستدارة كرة الأرض» (الكرجي، 1940م).

« فإن قال قائل فرضت أن الأرض كروية وعليها جبال عظيمة ووهاد وصعود وحدور، وهذا يخرجها من أن تكون صحيحة التدوير وكل جزء منها طالب المركز ويطلب شكلها الكروي فهذا يقتضي أن تكون متحرّكة دائماً غير ساكنة كالماء الذي يطلب بحركته شكله الكروي فليس يجده لما وصفنا فهو دائم الحركة.

فالجواب: أنّ الذي على بسيط الأرض من الصعود والحدور والجبال والوهاد ليس له قدر عند عظم الأرض، فلا يؤثر سكونها البتة مع تكافئ كل ثقلين في جهتين متقابلتين في جهات مركز العالم، ولو كانت الأرض مكعباً متساوي الأبعاد أو جسماً من الأجسام التي يحيط بها الكرة وتكون نهاياتها سطوح مستقيمة لوقفت في مركز العالم وسكنت بعد أن يكون ما في إحدى جهات المركز مكافئاً لما في الجهة الأخرى المقابلة لها تقريباً، وذلك أن الأرض بطبعها تطلب المركز بلا دافع ولا جاذب وليست تتمكن مع صلابتها والجبال عليها أن تدور حتى تكون كرة صحيحة التدوير ومتى وجدت الأرض شكلها المخلوق لها وصحة

تدويرها خربت؛ لأن الماء يعمها إذا كان زائداً على ما تسعه الخلل في باطنها، وإن لم يكن زائداً على ذلك كان غائراً غير ظاهر ولم انباطه ولو كان شكل الأرض مكعباً مختلف الأبعاد توقفت في مراكز العالم بعد أن تكون الأجزاء التي تحيل بمركزها المتقابلة متكافئة ويمنع من استدارتها الصحيحة صلابتها وكثافتها، فلو كانت جسماً كله تراباً غير متماسك لوجدت شكلها الكروي ولما كان في وجود الأرض شكلها أو الماء شكله خراب الأرض خلقها تعالى جده بحكمته ذات جبال ووهاد وصعود وحدور عليها مواضع بعيدة من المركز تقابلها مواضع مكافئة لها لتعتدل الأثقال المحيطة بالمركز على التقريب فتكون الأرض ساكنة وخلق دائرة معدل النهار فصار النصف من دائرة الشمس في الشمال منها والنصف الآخر في الجنوب ليكون ذلك اختلاف الأزمنة وانقسامها إلى الفصول التي هي الربيع والصيف والخريف والشتاء واختلافها سبب قوي لبقاء عمارة الأرض والحيوان عليها»(الكرجي، 1940م).

9.7 نصوص الحسن بن الهيثم (توفي 430هـ/ 1038م)

1.9.7 نبذة عن حياة المؤلف

يُعدّ المهندس وعالم البصريات العربي الحسن بن الهيثم، أبو علي أحد أشهر العلماء العرب والمسلمين، وقد لُقب ببطلميوس الثاني لبراعته في الفيزياء والفلك والهندسة. من أشهر مؤلفاته: (كتاب المناظر)، و(كيفية الإظلال)، و(الشكوك على بطلميوس)، و(المرايا المحرقة)، وغيرها الكثير (الزركلي، 1980م).

2.9.7 إيجـــاد الأبعـــاد

وردت الرسالة التي وضعها ابن الهيثم بعدة عناوين: (مقالة في معرفة الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع الغيوم)، و(في معرفة ارتفاع الأشخاص)، و(في استخراج أعمدة الجبال)، و(قول في استخراج أعمدة الجبال) (ابن أبي أصيبعة، 1965)، و(مقالة في استخراج أعمدة الجبال) (الصفدي، 2000).

ويوجد منها نسخة في مكتبة أكاديمية ليدن، ضمن مجموع برقم: (14/8/Or.) من ص (236-237). (عند حجاب برقم: 1608 و1008)، ونسخة في مكتبة بودليانا بأكسفورد، برقم: (10/7/3140) ورقتان. (عند حجاب برقم: 10/877)، ونسخة في مكتبة مجلس شوراي بطهران، ضمن مجموع برقم: (2/2773) من ص (19-20). ونسخة أخرى برقم: (1/2773) من ص (1-17)، ونسخة في مكتبة معهد التراث العلمي العربي بحلب، برقم: مصورة عن نسخة مجلس شوراي بطهران برقم: (790) وبرقم: (832)، ونسخة في مكتبة جامعة كولومبيا بنيويورك، ضمن مجموع برقم: (45 Un. Ms. Or. Columbia) من ص (121ب – 122ب).

والواقع أننا لم نستطع العثور سوى على نسخة مجلس شوراي بطهران برقم (2773/1) من ص (1-17)، وهي التي وضعنا متنها هنا بشرح ابن أحمد الحسين محمد اللاهجاني. ويعود تاريخ نسخها إلى 1105/11/25هـ الموافق 1694/7/17م.



(الشكل 5.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة الحسن بن الهيثم في معرفة الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع الغيوم



(الشكل 6.7) الصفحة الأولى والأخيرة من شرح اللاهجاني على رسالة الحسن بن الهيثم في معرفة الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع الغيوم

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

الحمد لله الذي يعلم وزن الأرضين وارتفاع المرتفعات من غير استعلام بالآلات والعلامات، وصلى الله على الأنوار الباهرة، محمد وعترته الفاخرة، سيّما الخمسة الواحدة، والأربعة المتناسبة (وهم آل العبا ونسبة إلى النبي صلى الله عليه وآله بالوالدية إلى فاطمة عليها السلام كتبته إلى الحسين عليهم السلام وفيه براعة بالنسبة إلى المقصود ولتوقفه على القواعد الخمسة المذكورة التي هي من المقررات في الأربعة المتناسبة كما لا يخفى منه دام إقباله.)، التي هي أصول الأشخاص الشامخة (هم التسعة الباقية من المعصومين صلوات الله عليهم أجمعين منه دام ظله) وبعد؛ فيقول أحوج المربوبين في انتظام الأمور الى رحمة ربه الغفور ابن أحمد الحسين محمد اللاهجاني عصمهما الله عن الاضطراب والدخور. إن هذه المقالة للشيخ أبي علي بن الهيثم في معرفة الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع الغيوم قد شرحت موضع الحاجة منها تذكرة لبعض الخلان وتوضيحاً لها بقدر الإمكان، متوكلاً في الأمور على الحيّ القيّوم ولنذكر قبل الشروع في المقصود من القواعد والأصول ما تصلح أن يكون عند الحاجة فيه من شواهد/ (ص1) القبول.

القاعدة الأولى

اعلم أنّه إنما تنعقد في الأربعة المتناسبة قضية متضمنة لقضيتين غير تامتين (أي غير تامين النسبة بحيث لا يصلح السكوت على أحديهما كما قرروه في القضيتين اللتين هما جزآن للقضية الشرطية، منه دام ظله) كل من تينك القضيتين مشتملة على مقدّم أي ما يذكر فيها أولاً. وقال أي ما يذكر فيها ثانياً، مثاله: تقول نسبة 1 إلى 2 كنسبة 3 إلى 4 ويسمى أيضاً مقدم قضية الأولى أولاً وتاليها ثانياً ومقدم القضية

الثانية ثالثاً وتاليها رابعاً إذا عَرفت ذلك، فاعلم أنه يمكن التغيير في ترتيب تلك الأربعة على أنحاءٍ شتّى وأقسام تترى مع بقاء التناسب فيها إما بعين النسبة الأولى أو نسبةٍ أخرى غيرها نحتاج في هذا المقام إلى ذكر ثلاثة من تلك الأقسام:

الأول: إبدال القضيتين وهو جعل أولى القضيتين بتمامها ثانية والثانية بتمامها أولى بدون تبديل في المقدم والتالي من كل منهما مثل أن تقول في المثال المذكور نسبة 3 الى 4 كنسبة 1 الى 2 رح لا تخلف النسبة بل النسبة بعد الإبدال هي/ (ص2) بعينها ما كانت قبل الإبدال كما لا يخفى على النبيه ولا يحتاج فيه إلى تصدير ولا تنبيه، ويمكن أن يُسمّى ذلك القسم بعين النسبة إنْ لم يسمّ به في عُرفِ أهل الهندسة.

الثاني: عكس النسبة وقد ذكروا في مصادرات خامسة الأصول أن عكس النسبة وخلافها هو جعل التالي من كل منهما مقدما والمقدم تالياً مثل أن تقول في المثال المذكور نسبة 2 الى 1 كنسبة 4 إلى 3 ولعل تسميته بعكس النسبة لأن النسبة على ترتيب الأصل إن كانت بالتنصيف مثلاً تصير بالتضعيف كما في المثال المفروض، وعلى هذا القياس أو هو مأخوذ مما هو المصطلح عند المنطقيين في عكس القضية، ولا يخفى عليك بحكم ما ذكر في القسم الأول أنه يصح عكس النسبة على ضربين الأول عكس النسبة فقط بدون إبدال القضيتين كما مرّ آنفاً، والثاني مع إبدال القضيتين أيضاً مثل أنْ تقول في المثال المذكور نسبة 4 إلى 3 كنسبة 2 إلى 1 /(ص3) هذا.

الثالث: إبدال النسبة، وقد ذكروا في مصادرات خامسة الأصول أنّ إبدال النسبة هو أخذ نسبة المقدم إلى المقدم والتالي إلى التالي مثل أن تقول في المثال المذكور نسبة 1 إلى 3 كنسبة 2 إلى 4، وقد ثبت بشكل (لو) من <المصادرة> الخامسة إذا كانت أربعة مقادير متناسبة وأبدلت كانت

أيضاً متناسبة. ووجه تسميته بإبدال النسبة ظاهرة وبحكم ما ظهر في القسم الأول والثاني يظهر صحة إبدال النسبة على أربعة أضرب:

- الأوّل مثل ما ذكر آنفاً (أي إبدال النسبة فقط).
- والثاني مثل أن تقول في المثال المذكور نسبة 3 إلى 1 كنسبة 4 إلى 2 (بأن يكون إبدال النسبة مع عكس النسبة فقط بدون إبدال القضيتين).
- والثالث مثل أن تقول فيه نسبة 2 إلى 4 كنسبة 1 إلى 3 (بأن يكون إبدال النسبة مع عكس القضيتين).
- والرابع مثل أنّ تقول فيه نسبة 4 الى 2 كنسبة 3 الى 1(بأن يكون إبدال النسبة مع عكس النسبة وهو إبدال القضيتين، وقدم صحة كون عكس النسبة على ضربين).

وهكذا تتشعب الأضراب (لا يخفى عليك أن الضرب الأول على محاذاة. ..لك هو إبدال النسبة فقط، والضرب الثاني وهو إبدال النسبة ثم عكسها، والضرب الثالث وهو إبدال النسبة ثم عكس القضيتين، والضرب الرابع هو إبدال النسبة ثم عكسها ثم عكس القضيتين جميعاً) في سائر النسب المذكورة في تلك القواعد اقتصرنا، <و> على موضع الحاجة من دون تعرض للزوائد / (ص4).

القاعدة الثانية

قد ذكروا في مصادرات الخامسة أنّ نسبة المساواة هي أن يقع في النسبة صنفان من المقادير متساويا العدة كل اثنين من صنف على نسبة نظيريهما من الصنف الآخر فتأخذ الأطراف دون الأوساط، أي تحذف ما يتكرر في الصنفين حين النسبة وتسمى بنسبة المساواة آخذاً من

قياس المساواة وتنقسم إلى قسمين:

- **الأول المنتظمة**: وهي التي تكون على الترتيب، مثلاً مقدم إلى تالٍ كمقدم إلى تالٍ، والتالي الأول إلى آخر كالتالي الأخير إلى نظير ذلك الأخير، وثبت بشكل (كـ) منها أنّه إذا كان صنفان من المقادير متساويا العدة، كل اثنين من صنف على نسبة اثنين من الصنف الآخر وانتظمت النسبة ففي نسبة المساواة إنْ كان الأول من صنفٍ أعظم من الأخير كان الأول من الصنف الآخر أعظم من الأخير، وإن كان مساوياً أو أصغر كان (كك) مثلاً 4 و 3 و 1 صنف، و 8 و 4 و2 صنف، ونسبة 4 إلى 3 كنسبة 8 إلى 4 و / (ص5) نسبة 4 إلى 3 كنسبة 8 الى 4 ونسبة 3 إلى 1 كنسبة 4 إلى 2. نقول: فلما كان 4 أعظم من 1 كان 8 أعظم من 2 وعلى هذا القياس المساوي والأصغر. وثبت أيضاً بشكل (كب) منها أنّه إذا كان صنفان من المقادير متساويا العدّة كل اثنين من صنف على نسبة اثنين من الصنف الآخر وانتظمت النسبة فإنها في المساواة متناسبة، مثلاً تقول في المثال المذكور فنسبة 4 إلى 1 كنسبة 1 إلى 2.

- **والثاني المضطربة**: وهي التي لا تكون على الترتيب. مثلاً مقدّم إلى تالٍ كمقدم إلى تالٍ والتالي الأول الى آخر كآخر إلى المقدّم الأخير، وثبت بشكل (كا) منها أنه إذا كان صنفان متساويا العدة كل اثنين من صنف على نسبة اثنين من الصنف الآخر واضطربت النسبة ففي المساواة إنْ كان الأول من صنفٍ أعظم من الأخير كان الأول من الصنف الآخر أعظم من الأخير، وإن كان مساوياً او أصغر كان / (ص6) (كك). مثلاً 2 و 4 و 12 صنف، و 1 و 3 و 4 صنف، ونسبة 2 إلى 4 كنسبة 3 إلى 4 ونسبة 4 إلى 12 كنسبة 1 إلى 3. نقول فلما كان 2 أصغر من 12 كان 1 أصغر من 4 وعلى هذا القياس الأعظم والمساوي بشكل (كح) منها أيضاً أنّها في المساواة متناسبة، مثلاً تقول: في المثال المذكور فنسبة 2 الى 12 كنسبة 1 إلى 4 هذا.

القاعدة الثالثة

قد ذكروا في مصادرات خامسة الأصول أنّ تفضيل النسبة هو أخذ نسبة فضل المقدم على التالي إلى التالي وثبت بشكل (يز) منها أنّه إذا كانت أربعة مقادير متناسبة وفضّلت كانت أيضاً متناسبة، مثلاً إذا كان نسبة 8 إلى 2 كنسبة 4 إلى 1 على التركيب، أي كما أنّ 8 مركب من 2 وشيء آخر أعني 4 بحيث يصير المجموع أربعة أمثال 2 (كك) 4 مركب من 1 وشيء آخر أعني 3 بحيث يصير أربعة أمثال 1 وفضل المقدّم / (ص7) الأول على التالي الأول 4 وفضل المقدم الأخير 3، نقول: فنسبة 4 إلى 2 كنسبة 3 إلى 1 على التفصيل.

القاعدة الرابعة

قد ذكروا في مصادرات الخامسة أنّ تركيب النسبة هو أخذ نسبة مجموع المقدم والتالي إلى التالي وقد ثبت بشكل (يح) منها أنّه إذا كانت مقادير مفصلة متناسبة وركبت كانت أيضاً متناسبة، مثلاً إذا كان نسبة 4 إلى 2 كنسبة 3 إلى 1 نقول فنسبة 8 المركب من 4 و 2 إلى 2 كنسبة 4 المركب من 3 و 1 إلى 1 وعلى هذا القياس.

القاعدة الخامسة

تشتمل على أصلين:

- **الأول**: قد ثبت بشكل (يا) من <المصادرة> الخامسة أن النسب المساوية لنسبة واحدة متساوية، مثلاً نسبة 1 إلى 2 كنسبة 3 إلى 4 ونسبة 4 إلى 8 أيضاً كنسبة 3 إلى 4 تقول فنسبة 1 إلى 2 كنسبة 4 إلى 8 هذا.

– **الثاني**: قد ثبت بشكل (يد) من <المصادرة> الخامسة أنه إذا كانت أربعة مقادير متناسبة؛ فالأول إن كان أعظم من الثالث كان /(ص8) الثاني أعظم من الرابع، وإن كان أصغر كان أصغر وإنْ كان مساوياً كان مساوياً، مثلاً نسبة 3 إلى 9 كنسبة 2 إلى 4 و 3 أعظم من 2 فنقول 9 أعظم من 4 وعلى هذا القياس الأصغر والمساوي.

تنبيه

إنْ قلت إنما ذكر أهل الأصول عين تلك القواعد في النسبة المقدارية، وإنْ ذكروا في سابقة الأصول نظائرها أيضاً في العددية فما وجه ذكرها من الصنف الأول (أي المقدارية) والتمثيل لها بما هو من الصنف الثاني (أي العددية)؟ فنقول إما ذكر عين تلك القواعد من الصنف الأول فلكون النسب المذكورة فيما نحن بصدده من ذلك الصنف، فأما التمثيل بالصنف الثاني فلزيادة الإيضاح والتفهيم وإشارةً إلى ما في تلك القواعد من التعميم، مع أنّ لنا أنْ نفرض بدل الأعداد المذكورة والمقادير المفروضة لها حتى لا يكون لك مفر من التسليم، وها أنا أشرع في المقصود مستمداً من الله المحمود.

قال: نفرض /(ص9) أنّ أ ب ارتفاع جبل أو شخص ونريد أن نعلمه، فنقيم شخصاً أي شاخصاً على وجه الأرض من د ه وليتقدم النظر ولم يقل الناظر نظراً إلى أنّ ظاهر سياقه البرهان على فرض كون نقطة النظر في سطح الأفق الحسي، وإمّا على تقدير كون الناظر قائماً على الأفق فيمكن استخراج البرهان مما ذكر ههنا بأدنى عناية، وسنتكلم عليه بعد إتمام المقالة، ويتأخر حتى يتفق أن يرى رأس الشخص أعني ه مع رأس الجبل مثلاً، وليكن البصر في هذه الحال مثل نقطة جـ والشخص مثل د ه والشعاع مثل د ه أ وتتوهم خط ب ك ج على وجه الأرض، أي على الأفق الحسي موازياً للأفق الحقيقي فيكون نسبة جـ ب إلى جـ ك كنسبة د ه إلى، وذلك لأنّ في مثلثي ح ك ه جـ ب أ زاوية

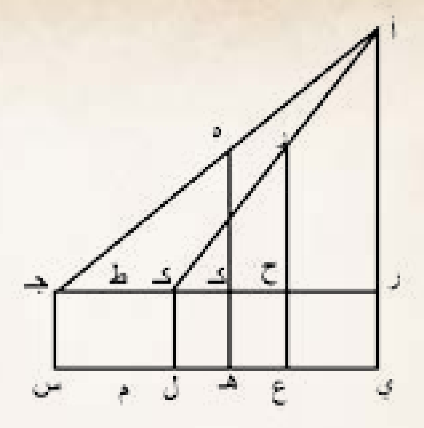
جـ مشتركة وزاويتا كـ و ب قائمتان بالمسألة الثانية من شكل (الط) من أولى الأصول، وزاويتا أ و ٥ أيضاً متساويتان بالشكل المذكور /(ص10) فبشكل من السادسة يكون نسبة ح د إلى ح ب كنسبة كـ ٥ إلى ب أ ثم بحكم الضرب الثالث من الضروب الأربعة المذكورة في إبدال النسبة تحصل النسبة المذكورة في المتن، ثم نرفع شخص كـ ه ونثبته في موضع أقرب إلى الجبل أو أبعد وإنْ شئت تصويره على تقدير إثبات الشخص في موضع أبعد فلك أن تعكس الفرض، أي تفرض الموقع الثاني من الشاخص أولاً والأول ثانياً وتتم العمل إن كنت تتأمل مثل جـ وليتقدم الناظر أي نظره ويتأخر حتى يتفق أن يرى رأس الشخص المنصوب مع رأس الجبل على مثال الأول وليكن البصر في الثاني مثل كـ والشعاع كـ ز أ فيمثل البيان السالف آنفاً يكون في مثلثي كـ ح ز كـ ب أ نسبة كـ ح إلى كـ ب كنسبة ح ز إلى ب أ ثم بحكم الضرب الرابع من إبدال النسبة فيكون نسبة أ ب إلى ب كـ كنسبة ز ح إلى ح كـ ولأنّ خط ب كـ أصغر من خط ب حـ لكونه جزاء منه يكون خط حـ كـ أصغر من خط كـ جـ /(ص11) وذلك لأن ب جـ و ب أ و ب كـ صنف و جـ كـ و ز ح أعني ه كـ لكونهما مقدرات الشاخص و ح كـ صنف آخر وقد كان نسبة ب جـ إلى ب أ كنسبة جـ كـ إلى ه كـ وكذا نسبة ب أ الى ب كـ كنسبة ح كـ إلى فبحكم شكل كـ من الخامسة كما مرّ في القاعدة الثانية إذا كان ب جـ أعظم من ح كـ يكون جـ كـ أعظم من ح ك وهو المط<لوب>.

فنفضل بشكل ح من أولى الأصول من جـ كـ الأعظم مثل ح كـ الأصغر وليكن قدر المفصول كـ ط فيكون نسبة كـ ط إلى كـ ه هي كنسبة كـ ح إلى ح ز وذلك لأن ط كـ مساوٍ لـ ح كـ لكونه مفصولاً بقدره و كـ ٥ مساوٍ لـ ح ز لكونهما مقدار الشاخص فنسبة يعني (إشارة إلى منع تكرار الكلام) قد ظهر مما سبق أنّ نسبة جـ ب إلى ب أ كنسبة جـ كـ إلى كـ ه وأيضاً قد ظهر فيما سبق أن نسبة أ ب إلى ب كـ كان كنسبة ز ح إلى ح ك وظهر أيضاً إن كـ ٥ مساوٍ لـ ز ح لكونها مقدار الشاخص /(

ص12) و كـ ط مساوٍ لـ ح ك لكونه مفصولاً بقدره فقد ظهر أنّ نسبة أ ب إلى ب كـ كنسبة كـ ه المساوي لـ ز ح إلى كـ ط المساوي لح ك ففي نسبة المساواة أي المساواة المنتظمة كما مر في القاعدة الثانية، وذلك لأن ح ب و ب أ و ب كـ صنف و ح كـ و كـ ه و كـ ط صنف آخر، فيكون بشكل (كب) من <المصادرة> الخامسة نسبة جـ ب إلى ب كـ كنسبة جـ كـ إلى كـ ط وبإبدال القضيتين يكون نسبة جـ كـ إلى كـ ط كنسبة جـ ب إلى ب كـ وبالتفصيل أي بتفصيل النسبة كما مرّ في القاعدة الثالثة يكون نسبة جـ ط وهو مقدار فضل جـ كـ على كـ ط إلى كـ ب كنسبة جـ كـ وهو مقدار فضل جـ ب على ب كـ إلى كـ ب فنسبته يعني قد حصل عندنا صنفان من المقادير جـ ط و ط كـ و كـ ه صنف و جـ كـ و كـ ب و ب أ صنف آخر وظهر مما ذكرنا أن نسبة جـ ط إلى ط كـ كنسبة جـ كـ إلى كـ ب.

وأيضاً قد ظهر فيما سلف أنّ نسبة أ ب إلى ب كـ كنسبة كـ ه /(ص13) إلى كـ ط وبالضرب الثاني من عكس النسبة يكون نسبة ط كـ إلى كـ ه كنسبة ط كـ إلى ب أ ففي نسبة المساواة أي بالمساواة المنتظمة يستنتج أنه يكون نسبة جـ ط إلى كـ ه كنسبة جـ كـ الى أ ب فحصل ح أربعة متناسبة يمكن استعلام ثلاثة منها بظاهر المساحة فتضرب أحد الوسطين أعني كـ حـ في الوسط الآخر أعني كـ ه هي ضرب جـ ط في أ ب إذْ من خواص الأربعة المتناسبة كون مسطّح الوسطين هو بعينه مسطح الطرفين كما ثبت بشكل (يط) من <المصادرة> السابعة، فإذا ضربنا جـ كـ المعلوم وهو مقدار ما بين موضعي النظر في كـ ه المعلوم، لأنه مقدار الشاخص وقسمٌ على الطرف المعلوم أعني جـ ط كان الذي يخرج من القسمة هو مقدار الطرف المجهول أعني أ ب وذلك ما أردنا أن نبين.

ولا يخفى أنه إنما يُستخرج هذا العمل الارتفاع على التحقيق فيما لو تساوت ح و ط و كـ و كـ و ح في المواقف وإلا فهو بالتقريب حقيق.



تتمة

قد علمت أنّ مساق هذا البرهان إنما هو /(ص14) على كون نقطة النظر على الأفق وإمّا على تقدير كون الناظر قائماً على الأفق فليفرض أنّ ارتفاع المرتفع أ ي ويتوهم خط س ي على وجه الأرض وليفرض مقدار القامة أي من القدم إلى نقطة النظر في الموقف الأول س هـ و في الموقف الثاني كـ ل والشاخص في الموقف الأول هـ ٥ وفي الموقف الثاني ع ر ونخرج من نقطة جـ خط جـ كـ ي ح ب موازياً لخط س ل هـ ع ي فبشكل (و) من <المصادرة> الحادية عشر أعمدة جـ س و كـ ل و ي هـ و ح ع و ب ي أيضاً متوازية و بشكل (لد) من <المصادرة> الأولى خط جـ كـ مساوٍ لخط س ل وكذا خط ي كـ لخط هـ ل وخط ح ي لخط ع هـ وخط ب ح لخط ي ع إذا تمهّل ذلك فنقول بحكم البيان المذكور أنّ نسبة س ي المساوي لـ ح ب إلى أ ب، وهو مقدار فضل المرتفع على القامة س هـ المساوي لح كـ إلى كـ ٥ وكذا نسبة ل ي المساوي لـ كـ ب إلى ب أ كنسبة ل ع إلى ح ر، ولأنّ خط ل ي أصغر من خط س ي يكون خط /(ص15) ع ل أصغر من خط هـ س فنفضل من س هـ مثل ع ل وليكن قدر

المفضول هـ م فيكون نسبة م هـ الى كـ ٥ كنسبة ل ع إلى ح ر وهكذا نسوق الكلام على محاذاة ما مرّ في المتن بالتمام، إلا أنّا نضع حين إجراء البرهان خط س ي مكان خط ح ب وكذا الخطوط المفضولة من خط س ي موضع الخطوط المفضولة من خط جـ ب كل خط موضع نظيره إلى أن ينتهي البيان إلى كون نسبة س م إلى ي ٥ كنسبة س ل إلى أ ب فنضرب س ل وهو مقدار ما بين الموقفين في ي ٥ أعنى فضل الشاخص على القامة وتقسم الحاصل على س م وهو مقدار فضل س هـ أعني ما بين موضع القدم إلى أصل الشاخص في الموقف الأول على ل ع أعني ما بين موضع القدم إلى أصل الشاخص في الموقف الثاني يخرج مقدار أ ب أعني فضل المرتفع على القامة وبعد انضياف مقدار القامة يحصل مقدار تمام أ ي وهو المط<لوب>.

فائدة

اعلم أنّ استعلام / (ص16) الارتفاع بما ذكر في سياقة هذه المقالة أسهل وأشمل من سائر الطرق لاختصاص بعضها بما يمكن الوصول إلى مسقط حجره، وتوقف بعضها على الاستقامة بالآلات الإسطرلابية، لكن لا يخفى أنه إنما يمكن به استعلام ارتفاع الغيوم إذا أمكن أن يُعلم منه موضع ينظر في الموقفين إليه بالخصوص ولا يكفي مجرد النظر إليها بالعموم.

وقد وقع الفراغ من تسويدها في شهر محرم الحرام، من شهور سنة خمس بعد مائة بعد الألف من هجرة سيد الأنام صلى الله عليه وعلى عترته الكرام والحمد لله أولاً وآخراً والسلام.

قد فرغت من تحريرها في يوم الأحد خمسة عشرين من شهر ذي قعدة سنة 1105 خمس <بعد> مائة بعد الألف/ (ص17).

10.7 نصوص أبو الريحان البيروني (توفي 440هـ/ 1048م)

1.10.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعدّ محمد بن أحمد، أبو الريحان البيروني الخوارزمي أحد أعلام الرياضيات والتاريخ والفلك، وقد أقام في الهند بضع سنين، اطلع من خلالها على فلسفة والهنود، وقد علت شهرته، وارتفعت منزلته عند ملوك عصره. كان غزير الإنتاج العلمي، فوضع كتباً كثيرة، وقد رأى ياقوت الحموي فهرستها بمرو، في ستين ورقة بخط مكتنف، وقد أكثر ياقوت من النقل عن كتبه، نذكر منها: (الآثار الباقية عن القرون الخالية، ترجم إلى الإنجليزية، و(الاستيعاب في صنعة الإسطرلاب) و (الجماهر في معرفة الجواهر) و(تاريخ الأمم الشرقية) و(القانون المسعودي) وغيره الكثير (الزركلي، 1980م).

2.10.7 كـروية الأرض

قال البيروني حول هيئة الأرض عند الهنود: «إنّ السماء والعالم عندهم مستديران والأرض كريّة الشكل، نصفها الشماليّ يبس ونصفها الجنوبيّ مغمور بالماء ومقدارها عندهم أعظم ممّا هو عند اليونانيّين، وممّا وجده المحدثون ويجدونه قد انحرفوا فيها عن ذكر البحار والديبات والجوزن الكثيرة المقدّرة لها واتّبعوا اصحاب الملّة فيما ليس بقادح في الصناعة من كون جبل «ميرو» تحت القطب الشماليّ وجزيرة «بروامخ» تحت القطب الجنوبيّ، أمّا الجبل فسواء كان هناك أو لم يكن إذْ المحتاج إليه منه هو خواصّ الدوران الرحاويّ وهي بسبب المسامتة الموجودة للموضع من بسيط الأرض، ولما هو على سمته في الهواء، وأمّا الجزيرة الجنوبيّة فكذلك خبر غير ضارّ، على أنّه ممكن بل كالواجب تقاطر ربعين من أرباع الأرض يابسين وتقاطر الآخرين في الماء مغمورين، فيرون

الأرض في الوسط والأثقال مرجحة نحوها فلا محالة أنّهم يرون السماء لذلك كريّة الشكل، ونحن نحكي أقاويلهم في ذلك بحسب ترجمتنا فإن خالفت الألفاظ ما جرت عليه العادة فليعتبر بها المعاني فإنّها المطلوبة؛ قال «بلس» في «سدّهانده» إنّ بولس اليونانيّ ذكر في موضع: إنّ الأرض كريّة الشكل، وقال في موضع آخر: إنّها طبقيّة، وقد صدق في كليهما لأنّ الاستدارة في سطحها والاستقامة في قطرها، ولم يعتقد فيها غير الكريّة بدلائل كثيرة من كلامه وإجماع العلماء على ذلك مثل «براهمهر» و«آرجبهد» و«ديو» و«اشريخين» و«بشنجندر» و«براهم» فإنّها لو لم تكن مستديرة لما انتطقت عروض المساكن ولا اختلف النهار والليل في الصيف والشتاء ولا وجد أحوال الكواكب ومداراتها على ما وجدت عليه؛ وأمّا موضعها فهو الوسط، نصفها طين ونصفها ماء، وجبل «ميرو» في نصفها اليابس مسكن «ديو» الملائكة، وفوقه قطب الشمال، وفي نصفها المغمور بالماء تحت قطب الجنوب «بروامخ» وهو يبس كالجزيرة يسكنه «ديت» و«ناك» أقرباء الملائكة الذين في ميرو، ولهذا سمّى أيضا «ديتانتر» والخطّ الفاصل بين نصفي الأرض اليابس والرطب يسمّى «نلكش» أي الذي لا عرض له وهو خطّ الاستواء، وفي جهاته الأربع أربع مدن كبار، أمّا في الشرق فزمكوت وأمّا في الجنوب فلنك وفي الغرب «رومك» وفي الشمال «سدّبور»؛ والأرض مضبوطة بالقطبين والمحور يمسكها، وإذا طلعت الشمس على الخطّ المارّ على «ميرو» و «لنك» كان ذلك الوقت نصف نهار «زمكوت» ونصف ليل الروم، وعشيّة سدّبور، وكذلك يقول آرجبهد؛ وقال «برهمكوبت ابن جشن» البهلّماليّ في «براهم سدّهاند»: إنّ أقاويل الناس قد كثرت في هيئة الأرض وخاصة ممّن يدرس البرانات والكتب الشرعيّة، فمنهم من يرى أنّها كالمرآة مستوية، ومنهم من يرى أنّها كالقصعة مقعّرة، ومنهم من يزعم أنّها مسطّحة كالمرآة يحيط بها بحر ثمّ أرض ثم بحر إلى آخرها مستديرة كالأطواق، ومقدار كلّ بحر منها أو أرض ضعف الذي في داخله حتى تكون الأرض القصوى أربعا

وستّين مرّة مثل الأرض الوسطى والبحر المحيط الأقصى أربعة وستّين مثلا للبحر المحيط الأدنى، ولكنّ اختلاف الطلوع والغروب حتى يرى من في «زمكوت» الكوكب الواحد في الوقت الواحد على أفق المغرب ويراه حينئذ من بالروم على أفق المشرق طالعا هو ممّا يوجب للسماء والأرض شكل الكرة، وكذلك رؤية من في «ميرو» الكوكب الواحد في الوقت الواحد على الأفق في سمت «لنك» موطن الشياطين ورؤية من في «لنك» إيّاه فوق رؤوسهم تدلّ على مثله، ثم لا تصحّ الحسابات إلّا به، فبالضرورة نقول: إنّ السماء كرة لوجودنا خواصّها فيها وإنّ هذه الخواصّ لا تصحّ في العالم إلّا مع كونه كرة، فلا يخفى حينئذ بطلان سائر الأقاويل فيه؛ و«آرجبهد» يبحث عن العالم ويقول: إنّ الأرض والماء والنار والريح وهي كلّها مدوّرة؛ وكذلك يقول «بسشت» و«لات»: إنّ العناصر الخمسة التي هي الأرض والماء والنار والريح والسماء مستديرة؛ و«براهمهر» يقول: إنّ الأشياء الظاهرة المحسوسة تشهد لها بالكريّة وتنفي عنها سائر الأشكال، وقد أجمع «آرجبهد» و«بلس» و«بسشت» و «لات» على أنّه إذا كان نصف النهار في «زمكوت» كان حينئذ نصف الليل بالروم وأوّل النهار في «لنك» وأوّل الليل في «سدّبور»، وهذا لا يمكن إلّا على التدوير، وكذلك أزمان الكسوفات لا تطّرد إلّا عليه؛ وقال «لات»: كلّ موضع من الأرض فإنّه لا يرى فيه إلّا نصف كرة السماء، وبحسب العرض في الشمال يرتفع «ميرو» والقطب على الأفق كما ينخفضان بحسب العرض في الجنوب وفي كليهما ينخفض معدّل النهار عن سمت الرأس بحسب العرض، وكلّ من هو في جهة من جهتي الشمال والجنوب فإنّه لا يرى إلّا القطب الذي في جهته ويخفى عنه الذي في خلاف جهته، فهذه أقاويلهم في كريّة السماء والأرض وما بينهما وكون الأرض في وسط العالم بمقدار صغير جدّا عند المرئيّ من السماء، وهي مبادئ علم الهيئة التي يتضمّنها المقالة الأولى، من المجسطي وما شابهها من سائر الكتب وإن لم تكن بالتحصيل والتهذيب الذي نذهب إليه، وذلك أنّ الأرض أثقل من الماء والماء سيّال كالهواء

والشكل الكريّ للأرض بالضرورة طبيعيّ إلّا أن يخرجها عنه أمر إلهيّ، فليس بممكن أن يتنّحى الأرض نحو الشمال والماء نحو الجنوب حتى يكون نصف الجملة يبسا ونصفها ماء إلّا بعد تجويف اليابس، وأمّا نحن فوجودنا الاستقرائيّ يقتضي اليبس في أحد ربعيها الشماليّين ونتفرّس لأجله في الربع المقاطر له مثل ذلك ونجوّز جزيرة «بروامخ» ولا نوجبها لأنّ أمرها وأمر ميرو خبريّ؛ وأمّا خطّ الاستواء فليس في الربع المعلوم عندنا على الفصل المشترك بين البرّ والبحر فإنّ البرّ يزاحم البحر في مواضع فيدخله دخولا يتجاوز به خطّ الاستواء كبراريّ «سودان» المغرب لأنّها ناطحت البحر ودخلت فيه إلى مواضع وراء جبال القمر ومنابع النيل، لم نتحقّقها لأنّها من جهة البرّ قفرة غير مسلوكة ومن جهة البحر وراء سفالة الزنج كذلك، لم يرجع منها سفينة غرّرت بنفسها حتى تخبر بما شاهدت، وكذلك يدخله من أرض الهند فوق بلاد السند قطعة عظيمة يتخيّل فيها أنّها تجاوز خطّ الاستواء إلى الجنوب، وفيما بين ذلك أرض العرب واليمن على هذه الصورة من غير إيغال في البحر تجاوز به خطّ الاستواء، وكما أنّ البرّ يلج في البحر كذلك البحر يلج في البرّ ويخرقه في مواضع ويصيّره أغبابا وخلجاناً كما بسط عن غرب أرض العرب لسانا إلى قرب واسطة الشام واستدقّ عند القلزم فعرف به وآخر أعظم منه عن شرق أرضهم يعرف ببحر «فارس»، وانعطف أيضا فيما بين أرضي الهند والصين انعطافا إلى الشمال كثيرا، فخرج شكل الساحل بذلك عن أن يلزم خطّ الاستواء أو أن يكون على بعد عنه غير متغيّر، والكلام على المدن الأربع آت في موضعه؛ والذي ذكر من اختلاف الأوقات فهو من نتائج استدارة الأرض ولزومها وسط العالم، فان ذكر معها سكّانها ولا بد للمدن من المتمدّنين كان ذلك من نتائج نزوع الأثقال نحو مركزها وهو وسط العالم؛ ويقاربه ما في «باج بران»: انّ نصف النهار بأمراود يكون طلوعا على «بيبسوت» ونصف ليل على «سخ» وغروبا عن «ببه» وما في «مج بران» وهو أنّه ذكر فيه أن من جبل

«ميرو» نحو المشرق مدينة «امراود بور» وهي لاندر الرئيس وفيها زوجته، ونحو الجنوب مدينة «سنجمن بور» فيها «جم» ابن الشمس يعاقب بها الناس ويثيبهم، ونحو المغرب مدينة «سكّ بور» فيها «برن» أعني الماء، ونحو الشمال للقمر «ببهاون بور»، والشمس والكواكب تدور حول ميرو، فإذا كانت الشمس على نصف نهار أمراود بور كان أوّل النهار في سنجمن بور ونصف الليل في سكّ وأوّل الليل في ببهاون بور، وإذا كانت على نصف نهار سنجمن بور كانت طالعة على سكّ بور وغاربة عن امراود بور وعلى نصف ليل ببهاون بور، فقوله: إنّ الشمس تدور حول ميرو، يعني رحويّاً على من به، وليس هناك مشرق ولا مغرب بسبب صورة الحركة ولا الشمس تشرق فيه من موضع واحد معيّن بل من مواضع مختلفة، وإنّما أشار إلى سمت مدينة فسمّاه مشرقا وإلى سمت أخرى فسمّاه مغربا، ويمكن ان تكون هذه الأربع المدن هي التي ذكرها منجّموهم، فلم يوضح البعد بينها وبين الجبل، وسائر ما حكينا عنهم هو الحقّ الذي يوجبه البرهان؛ ولكن من عادتهم أن لا يذكروا القطب إلّا وذكر هذا الجبل معه في قرن؛ وهم يعتقدون في السفل ما نعتقد فيه أنّه مركز العالم لولا أنّ العبارة عنه ركيكة وخاصّة فإنّه من مسائل الفحول التي لا يقوم بها إلا كبار الرجال؛ قال «برهمكوبت»: إنّ العلماء زعموا أنّ كرة الأرض في وسط السماء، ومنها جبل «ميرو» مسكن «ديو»، وأسفل منه «بروامخ» مسكن مخالفيهم من «ديت» و«دانب»، ولم يذهبوا من هذا السفل إلّا إلى الرتبة، وإلّا فحال الأرض من جميع جهاتها واحدة وكلّ من عليها فمنتصبون نحو العلو، والأشياء الثقيلة تقع إليها طبعا كما في طبعها إمساك الأشياء وحفظها، وفي طبع الماء السيلان، وفي طبع النار الإحراق وفي طبع الريح التحريك، فإنّ رام شيء عن الأرض سفولا فليسفل فلا سفل غيرها، والبذور تنزل إليها حيث ما رمي بها ولا تصعد عنها؛ وقال «براهمهر»: إنّ الجبال والبحار والأنهار والأشجار والمدن والناس والملائكة كلّها حول كرة الأرض، ولا يمكن أن يقال في

تقابل «زمكوت» و «الروم» إنّه تسافل إذ لا سفل، وكيف يقال في أحدها إنّه أسفل وحاله كحال الآخر، فليس أحدها بالسقوط أولى بل كلّ واحد في ذاته وعند نفسه قائل أنا العالي والباقون أسفل، وجميعهم حول الكرة على مثال خروج الأنوار على أغصان الشجرة المسمّاة «كذنب» فإنّها تحتفّ عليه، وكلّ واحد في موضعه على مثال الآخر لا يتدلّى أحدها ولا ينتصب غيره، فالأرض تمسك ما عليها لأنّها من جميع الجهات سفل والسماء في كلّ الجهات علو، فكلام القوم في هذا الباب كما ترى صادر عن معرفة بالقوانين الصحيحة وإن داهنوا اصحاب الأخبار والنواميس، فإنّ «بلبهدر» المفسّر يقول: إنّ أصحّ الأقاويل على كثرتها واختلافها هو أنّ الأرض و «ميرو» وفلك البروج مدوّرات، ويقول «آبت بران كار» أي الصادقون الذين يتبعون البران: إنّ الأرض مثل ظهر السلحفاة لا تدوير لها من تحت، قال: وقد صدقوا، فإنّ الأرض في وسط الماء، والذي يظهر منه هو على صورة ظهر السلحفاة، والبحر الذي يحيط بها غير مسلوك، فأمّا تدوير فلك البروج فمشاهد بالعيان؛ فانظر كيف صدّقهم في تدوير الظهر وتغافل عن نفيهم التدوير عن البطن وتشاغل بحديث لا يتّصل بذلك، فقال: إنّ بصر الإنسان لا يبلغ من الأرض وتدويرها خمسة آلاف «جوزن» إلّا إلى جزء من ستّة وتسعين جزء منّه ذلك اثنان وخمسون جوزنا فلهذا لا يحسّ بالتدوير وذلك سبب اختلاف الأقاويل فيه، ولم ينكر أولئك الصادقون تدوير ظهر الأرض بل أثبتوه بمثال ظهر السلحفاة، وإنّما نفاه «بلبهدر» عن قولهم إنّه حمل معناه على إحاطة الماء بها، والبارز من الماء جائز أن يكون كريّ الوجه وأن يكون مسطّحا مرتفعا عن الماء كدفّ مقلوب أعني قطعة من اسطوانة مستديرة، وأمّا خروج الاستدارة عن الشعور بها لصغر قامة الإنسان فغير صحيح من اجل أنّ القامة لو كانت مثل عمود أعظم جبل ثمّ كان التأمّل من موضع واحد عليها دون الانتقال واستعمال طريق القياس فيما يوجد فيها من اختلاف الأحوال لم ينفع طولها ولم يشعر باستدارة

الأرض وحدّها؛ ولكن كيف اتّصال هذا الكلام بمقالة القوم ولو كان أثبت الاستدارة للأرض في الجانب المقابل للاستدارة اعني الذي تحت بالاستعارة ثمّ ذكر ما ذكر حتى يريه معقولا مستفاداً من الحسّ لكان لقوله وجها ما؛ فأمّا تعيينه المقدار المبصر من الأرض فليكن له كرة الأرض: أب على مركز: هـ ونقطة: ب منها موقف الناظر إلى ما حوله والقامة: ب ج ويخرج: ج أ مماسّاً للأرض فمعلوم أنّ المبصر هو: ب ا ولنفرضه جزءاً من ستّة وتسعين جزءاً من الدور وذلك ثلاثة أجزاء ونصف وربع جزء إذا كان الدور ثلاث مائة وستّين، فالمثل ما تقدّم في باب جبل «ميرو» نقسم مربع: ط ا وهو 50625 على: 5 ط وهو 3431 فيخرج: ط ج. ى د م 5 ويكون: ب ج القامة: ز م 5، وذلك على أنّ: هـ ب الجيب كلّه: 3438، لكنّ نصف قطر الأرض بحسب ما ذكر من دورها: 795 ك ز ى و، فإذا حوّلنا: ب ج إليه كان جوزنا واحداً وستّة كروش وألفاً وخمساً وثلاثين ذراعاً، وإذا فرضنا: ب ج أربعة أذرع كانت نسبته إلى: اط بمقدار الجيب كنسبة 57035، وهي أذرع ما خرج للقامة إلى: اط بمقدار الجيب وهو 225، فإذا استخرجناه كان اج وقوسه كذلك، لكنّ حصّة الجزء الواحد من تدوير الأرض كما ذكر ثلاثة عشر جوزنا وسبعة كروه وثلاث مائة وثلاث وثلاثون ذراعا وثلث ذراع، فالمبصر إذن من الأرض مائتان وإحدى وتسعون ذراعا وثلثا ذراع؛ والوجه الذي أوتى منه «بلبهدر» ما في «بلس سدّهاند» حين قطع الجيب لربع الدائرة على أربع وعشرين كردجة ثم قال: إن سأل سائل عن علّة ذلك فليعلم أنّ الكردجة الواحدة من هذه جزء من ستّة وتسعين جزءاً من الدور ودقائقها 225، ولمّا استخرجنا جيبه كانت دقائقه 225، فعلمنا من ذلك أنّ الجيوب تساوي قسيّها فيما هو أصغر من هذه الكردجة، ولمّا كان الجيب كلّه عند «بلس» و «آرجبهد» على نسبة القطر إلى دور الثلاث مائة والستّين أوهم «بلبهدر» من هذه المساواة العدديّة فظنّ أنّ القوس قد استقامت وما لم يكن فيه حدّبة نتوّ يمنع البصر عن المرور ولم يتصاغر فهو

مدّرك: وهذا هو الغلط العظيم فالقوس قطّ لا تستقيم ولا الجيب وإن صغر يساوي قوسه، وإنّما يكون ذلك في الأجزاء المفروضة للاستعمال وأمّا في أجزائها فمّرهيّا وهلمّ جرّا إلى أقصى الصين؛ وأمّا قول بلس في الأرض: إنّ المحور يمسكها، فليس يعني به أنّ محورا هناك لو لم يكن لسقطت الأرض وكيف يقول هذا وهو يرى المدن الأربع حول الأرض مسكونة، وذلك موجبات نزول الأثقال إلى الأرض من جميع الجوانب؟ ولكنّه ذهب فيه إلى أنّ حركه ما على المحيط علّة لسكون ما في المركز والحركة في الكرة لا تكون إلّا على قطبين والخطّ الواصل بينهما وهما هو المحور، فكأنّه يقول: إنّ حركة السماء ماسكة للأرض في مكانها، مصيّرة إيّاه طبيعيّا لها لا يمكن أن تكون في غيره، وهي على محور الحركة ثمّ على وسطه لأنّ سائر أقطار الكرة ممكن أن تتوهم محاور فإنّها كذلك بالقوّة ولو لم تكن في الوسط لأمكن وجود محور عنها فكأنّها في الصورة مدّعمة بالمحاور؛ وأمّا سكون الأرض وهو أيضا أحد مبادئ علم الهيئة الذي يعسر حلّ الشّبه العارضة فيه فإنّهم أيضا على اعتقاده، قال «برهمكوبت» في «براهم سدّهاند»: إنّ من الناس من زعم أنّ الحركة الأولى ليست في معدّل النهار وإنّما هي للأرض، فردّ عليهم «براهمهر» بأنّ ذلك يوجب ان لا يرجع طائر إلى وكره مهما طار عنه نحو المغرب، وهو كما قال، ثمّ قال برهمكوبت في موضع آخر منه: إنّ اصحاب «آرجبهد» يقولون: إنّ الأرض متحركة والسماء ساكنة، فقيل في الردّ عليهم: إنّ ذلك لو كان لسقطت عنها الأحجار والأشجار، ولم يرض برهمكوبت ذلك وقال: إنّه لا يلزمهم، وكأنّه عني بذلك من جهة أن الأثقال منجذبة إلى مركزها قال: بل لو كان ذلك لم تسارق دقائق السماء «بران» الأزمان؛ وربّما كان التخليط في هذا الفصل من جهة المترجم فإنّ دقائق السماء هي: 21600 وتسمّى برانات أي انفاس لأنهم يزعمون أنّ كلّ دقيقة من معدّل النهار فإنّها تدور في زمان نفس معتدل من أنفاس الناس. ونهب أنّ ذلك صحيح وأنّ الأرض تدور الدورة التامة

نحو المشرق في هذا العدد من الأنفاس كما يدورها السماء عنده فما العائق فيها عن الموازنة والموازاة؟ ثمّ ليست حركة الأرض دورا بقادحة في علم الهيئة شيئا بل تطّرد أمورها معها على سواء، وإنّما تستحيل من جهات أخر ولذلك صارت اعسر الشكوك في هذا الباب تحليلا، وقد أكثر الفضلاء من المحدثين بعد القدماء الخوض فيها وفي نفيها، ونظنّ أنّا قد أربينا عليهم في المعنى لا الكلام في كتاب «مفتاح علم الهيئة»» (البيروني، تحقيق ما للهند. ...، 1982م).

«فأما الأصل الثاني في إثبات الكروية للأرض

فليعلم أن للأرض امتداداً في الطول بين المشروق والمغرب وامتداداً في العرض بين الشمال والجنوب، وقد اعتمد بطلميوس في تعرّف طولها اختلاف أزمان الكسوفات والقمرية منها خاصة وهو الوجه فيه إلا أنَّا نرى أنه لا يتروج في المبادئ ما لم يقدم أمامه مقدمتان حتى يصير بهما الأمر ضرورياً، وأحدهما أمر الكسوف حتى يعلم التعويل عليه وسبب إيثار القمري منه، فنقول فيه إن النور في جرم القمر لو كان ذاتياً غير مستفاد لما انسلخ عن بعض جرمه وبقي من غير عارضٍ يعرض، ومن تأمله وجده دائماً منه في الجانب الذي يلي الشمس، وأنه في ليالي الشهر يكون بقدر البُعد عن الشمس، وإن القمر إذا اجتاز على شيءٍ من الكواكب المتحيرة أو الثابتة أو السحابية المجرية ستره عن أبصارنا وكسفه مقداراً من الزمان يحوم أكثره حول ساعة ثم كسفه، ويكون لحوقه به من جانب المغرب حتى يُظن بالمستنير أنه دخل جوف القمر من شرقه ثم يخرج بعد انقضاء المدة من غربه، ولأنّ المهلّ بجليل الأمر دون دقيقه يكون على ثلث خمس ما يكون بين النيرين حين البدور والامتلاء، أما بالعشيات فيكون أول ظهورٍ القمر في غرة الشهر، وإما بالغدوات فيكون آخر ظهوره في سلخ الشهر، وظاهر أن القمر لم ينتقل من أحد جانبي الشمس إلى الآخر إلا بعد الاجتياز عليها، وكسوف الشمس إذا اتفق فبالقرب من منتصف ما بين حدي رؤيتي القمر في

المشرق والمغرب، أعني مدة السرار وليس هناك ساتر غير القمر وهو الذي يسترها عنا ويكسفها وخاصة إذا لم تنفصل الشمس عن الكواكب التي يستره أيضاً إلا بعظم الجرم، فأما في لحوق القمر من جهة المغرب وبدء كسوفها منه وانفصاله عنها من جانب المشرق وتمام الانجلاء منه وزمان المكث، فإنهما فيهما متشابهان وترى استدارة حرف القمر عياناً على وجهها وكسوف الشمس بالقمر إذا توسط بينها وبين البصر ويكون الجانب الذي يلي الشمس منه مضيئاً والذي يلينا بحالةٍ غير مستنيرةٍ، ولا يزال ما يواجهها منه كذلك وعلى مقداره لكنه مختلف الوضع من جرمه بحسب البعد بين النيرين فإنه يتسافل دائماً إلى الجانب الذي يلينا من وقت الاهلال إلى وقت البدور في الاستقبال، ومقدار المضيء نصف بسيط كرته بالتقريب، لأنه في التحقيق يرجح على النصف من جهة فضل عظم الشمس على عظم القمر لعلوها عليه مع تفانيهما في المنظر، وأيضاً فلم نشعر بمكث الكسوف الذي يستغرق كل جرم الشمس، فالنيران لذلك حينئذ مرئيان بزاويةٍ واحدة وكل شيئين كذلك فإن أقربهما لا محالة يكون أصغرهما ونحن نرى من القمر نصفه أيضاً بالتقريب، وإن نقص عنه قليلاً في التحقيق لكون القمر قاعدة لمخروط الابصار، لكن المرئي منه غير متغير بالمقدار والوضع معاً، فأما عند اجتماع النيرين في المحاق فيكون النصف المستنير نحو العلو والنصف المرئي نحو السفل متباينين، وإما عند تقابلهما في الامتلاء فيكون كلي النصفين نحو السفل متحدين وفيما بين هذين الوقتين مختلفين يشترك منهما طائفة تحيط بها نصفا دائرتين وهو النور في جرمه.

وأما كسوف القمر فإنه يعرض له عند توسط الأرض بينه وبين الشمس حتى يحجب بكمودتها الشعاع الواقع عليه؛ لأن امتداد ظل الأرض في خلاف الجهة المواجهة منها للشمس ضروري والمستنير مهما حصل في الظل زال عنه الضياء، ومتى تنحى القمر عن الظل أو الشمس باختلاف طرائقه بطل الكسوفات فقد حصل ما قلنا. إن كسوف القمر

حال عارض له في ذاته، ومثل ذلك لا يختلف في مقداره وأوقاته عند كل من تمكن من ملاحظته، وإن كسوف الشمس حال عارض للبصر دون ذاتها والساتر إذا اقترب من الأبصار واختلفت أمكنة الناظرين إليه خالف بين إدراكاتهم له في مقدار ما يستر، وربما ستر عن بعض ولم يستر عن بعض، وإذا كان مع ذلك متحركاً اختلف عندهم وقت الستر أيضاً، وهذه حال القمر من الشمس وكسوفها في البلاد ولذلك لم نعتمد في الاعتبار غير الكسوفات القمرية دون الشمسية.

والمقدمة الثانية: أنّا متى وجدنا على وجه الأرض عدة مساكن يرتفع القطب فيها بمقدار واحد أو يمرّ على سمت الرأس في جميعها كوكب بعينه أو يوافي منها فلك نصف النهار على بُعدٍ واحد فيها من القمّة وجهة واحدة عنها أو كان بعد مشرقه فيها عن خط نصف النهار واحداً؛ فإنا نعلم ضرورة أنها على خطٍ واحدٍ من خطوط الامتداد الطولي وتحت مدار واحد من مدارات السماء المتوازية، ثم إذا تقررت هاتان المقدمتان عُدنا حينئذٍ إلى استدلال بطلميوس على الاستدارة في الطول وقلنا إن الخط فيه لا يخلو من أن يكون مستقيماً أو منحنياً، والمنحني إما مقعّراً وإما محدباً، فأما الاستقامة فإنها توجب بجميع من عليه لكون الطلوع عليهم والغروب عنهم في آنٍ واحد من الزمان، والتقعير يوجب اختلافهما وسبق الغربي منهم إلى الرؤية قبل الشرقي، ثم التحديب يوجبهما مختلفين على عكس حال التقعير من سبق الشرقي إلى الرؤية قبل الغربي، فهذه موجبات الصور الثلاث ونحن إذا تفقدنا الكسوف القمري الواحد بعينه وقد رصد وقته في بلاد هي على خط واحد من خطوط الطول من غير التفات فيه إلى غور أو نجد وجدناه مختلف الوقت من الليل عندهم، لكن وقت الكسوف فيها واحد، فالاختلاف الذي فيها إذاً من جهة اختلاف أول الليل لأن الشمس غربت عن الشرقي قبل غروبها عن الغربي فصار الماضي من الليل عند شرقيهم أكثر منه عند غربيهم، وعلم من هذا أن الأرض مستديرة في طولها وليس ذلك بكافٍ

في أمرها فإنه يمكن أن يكون مع ذلك مستقيمة في العرض كالحال في الأسطوانة والمخروط أو مقعرة على صورة السرج والأكاف، ونحن نذكر قبل استدلال بطلميوس عليه أن السماء ليست هذه التي يراها ساكنُ كل بقعةٍ فقط أما في الطول فقد أوجبت العودة في الحركة اتصال السماء علىً استدارة بقياس المنجمين فهي إذاً في هذه الجهة أكثر مما يُرى، وأما في العرض فلا يخفى من زيادة القطب ارتفاعاً وانخفاضاً، بل يضطر إلى القول بأنه ظهر منها ما كان خفياً، وخفي ما كان ظاهراً، ويتحقق ذلك ببنات نعشٍ وطلوعها وغروبها في البلاد الجنوبية وتأبّد ظهورها في الشمالية، وبكوكبٍ سهيل الطالع الغارب في البلاد الجنوبية وتأبّد خفيها في الشمالية.

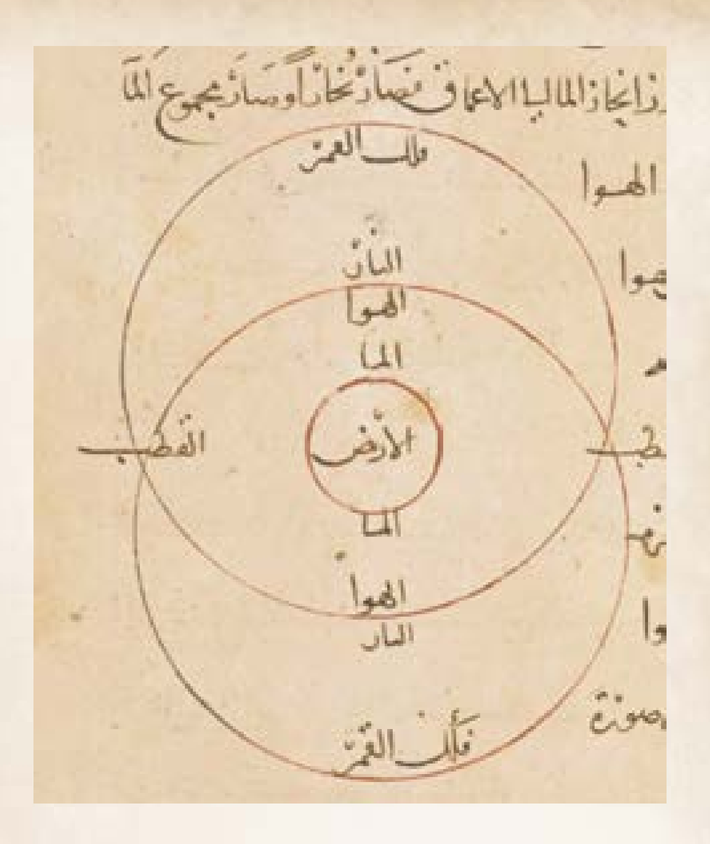
وأما في الجهات التي بين الطول والعرض فيعرف من النهار الأطول في تلك البلاد المذكورة، ولنمثل ببلد بلغار الموغل في الشمال وبمدينة عدن الجنوبية عنه، إذْ لا تزال مكة تجمع بين أهليهما في الحج نفراً فيتحول بخبرهم للسماع من الثقة إلى ما يشاكل العين وهذا النهار بحدود عدن لا يفضل على الاثني عشرة ساعة شيئاً كثيراً، وفي حدود بلغار لا يقصر عن السبع ساعات إلا يسيراً، فبين طلوع الشمس أو غروبها فيهما ساعتان، فعند طلوعها على عدن يكون قد ارتفعت ببلغار بقدر حصة الساعتين فالظاهر ببلغار من السماء في جهة المشرق الصيفي ومغربه ذلك المقدار الذي ليس بظاهر لعدنٍ وتستدير تلك القطعة في أسفل القطب، وكذلك الظاهر لعدن من جهة المشرق الشتوي ومغربه مثل ذلك المقدار وهو خفي عن بلغار، وإذا كان الأمر على هذا قلنا حينئذٍ إن خط العرض في الأرض لا يخلو من أحد الأوضاع المتقدمة أعني المستقيم والمنحني بالتقعير أو التحديب، فأما الاستقامة فموجبها ثبات القطب في ارتفاعه على حاله بالمسير على ذلك الخط نحو الشمال أو الجنوب وبقاء أعظم الدوائر الأبدية الظهور المماسة للأرض على مقدارها، والكواكب التي ضمنها على عددها لكن الوجود ينافيه وينفيه



فليست الأرض في هذا الامتداد بمستقيمة، وأما التقعير فموجبه أن ما حصل لساكنٍ شفيره الجنوبي من حال القطب والكواكب الأبدية الظهور إذا أخذ منه نحو الشمال يأخذ في النقصان في الرؤية، ولا يزال يتناقص على الإمعان فيه لكن الأمر في الوجود على خلافه من تزايدها وهو موجب للتحديب والاستدارة فالأرض إذاً في هذا الامتداد مستديرة، وإذا كانت كذلك في جهتي الطول والعرض معاً وجب لسطحها الكروية، ثم ليس نتوّ الجبال وإن شمخت بمخرجها عن ذلك لصغرها بالقياس إلى كلها فإنها لا يقوم منها إلا مقام الخشونة القادحة في استواء السطح دون استدارة الكل.

فإن تخالجت الشكوك قلب متأملٍ ظن أن هذه الاستدارة تختصّ المعمور من الأرض دون باقي الجوانب – كما ذهب إليه بعض المتكلمين- عدلنا للتوثقة إلى دليلٍ آخر من ظل الأرض، فمعلوم أن شكل ظل المستتير من السراج يكون على الجدار بصورة الفصل المشترك بين ما أضاء من الشيء وبين ما أظلم منه إن استدار، فمدوّراً، وإن تثلث فمثلثاً، وإن تربع فمربعاً، وإن استطال فمستطيلاً، وعلى هذا سائر الأشكال، ونحن <إنْ> تأملنا كاسف القمر أحسسنا حروفه بالاستدارة وخاصةً إذا قسنا قطعة بين بدء الكسوف وتمامه وبين أول الانجلاء وآخره فاطلعنا على أكثر دوره ونظام محيطه وعلمنا أن الفصل المشترك بين ما يستضيء من الأرض وبينهما ينبعث الظلّ منه هو دائرة، ثم ليست الكسوفات مقصورة من الشمال والجنوب على جهةٍ واحدة، ومن الانحراف فيهما على مقدار واحد ومن الليل أيضاً على وقت واحد حتى يخص تلك الاستدارة موضع من الكاسف دون آخر فليتكاثر تلك الفصول المشتركة واختلاف مواضعها من الأرض مع اتفاق أثرها في الظل عند القمر بالاستدارة تزول الشبهة في أمر الأرض وتثبت لها الاستدارة من جميع الجهات فهي إذاً في الحّس كروية» (البيروني، القانون المسعودي، 1954م).

«والأرض مدورة بالكلية مضرسة بالجزئية من جهة الجبال البارزة والوهدات الغائرة ولا يخرجها ذلك من الكروية إذا وقع الحس منها على الجملة، لأن مقادير الجبال وإن شمخت صغيرة بالقياس إلى كل الأرض، ألا ترى أن الكرة التي قطرها ذراع أو ذراعان إذا نتأ منها كالجاورسات (نبات حبه كحب الأرز) وغار فيها كأمثالها لم يمنع ذلك عن أجزاء أحكام المدورة عليها بالتقريب ولولا هذا التضريس لأحاط بها الماء من جميع الجهات ولغمرها حتى لم يكن يظهر منها شيء، فإنّ الماء وإن شارك الأرض في الثقل وفي الهواء نحو الأسفل فإن بينهما في ذلك تفاضلاً يخفّ به الماء بالإضافة الى الأرض، ولهذا ترسّب الأرض في الماء وتنزل الكدورة إلى القرار، وأما الماء فإنه لا يغوص في نفس الأرض وإنما يسيح فيما تخلخل منها واختلط بالهواء، والماء إذا اعتمد على الهواء المالئ للخلل نزل فيها وخرج الهواء منها كما ينزل القطر من السحاب فيه، ولما برز من سطح الأرض ما برز انحاز الماء إلى الأعماق فصار بخاراً وصار مجموع الماء والأرض كرةً واحدةً يحيط بها الهواء من جميع جهاتها، ثم أُخذ من الهواء ماس فلك القمر لسبب الحركة وانسحاج المتماسين فهو إذاً النار المحيط بالهواء متصاغرة القدر في الغلظ إلى القطب لتباطؤ الحركة فيما قرب منها وهذه صورة ذلك» (البيروني، التفهيم لأوائل صناعة التنجيم، مخطوطة موجودة في المكتبة البريطانية، رقم (Or 8349)، ص 55-56).



(الشكل 2.7)

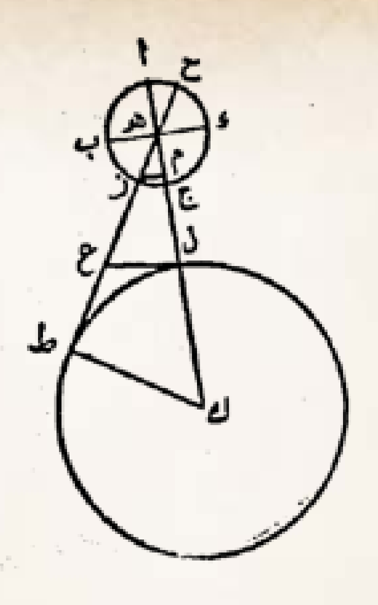
3.10.7 قيـاس محيط الأرض وقطرها

قـال البيرونـي:» وهـا هنـا طريـق آخـر لمعرفـة دور الأرض غيـر محـوجٍ إلـى المسير في البـراري، وهـو أن نصعـد جبـلاً شـامخاً علـى سـاحل بحـر أو مشـرفاً علـى قـاعٍ مسـتوٍ، فـإن وجدنـا ذلـك البحـر أو الصحـراء علـى مشـرق الشـمس أو مغربهـا، رصدناهـا حتـى يغيـب نصـف قرصهـا عـن أعيننـا. ونأخـذ انحطاطهـا حينئـذٍ بحلقـة ذات عضـادة كحلقـةٍ (أبجـد)، فـكأن وضـع العضـادة كان (حـز)، والانحطـاط (بـز)، وتمامـه (ز ج). وإن لـم يتفـق المسـتوي علـى إحـدى الجهتـين المذكورتـين، علقنـا الحلقـة مدلاة، ونظرنـا بعـينٍ واحـدة

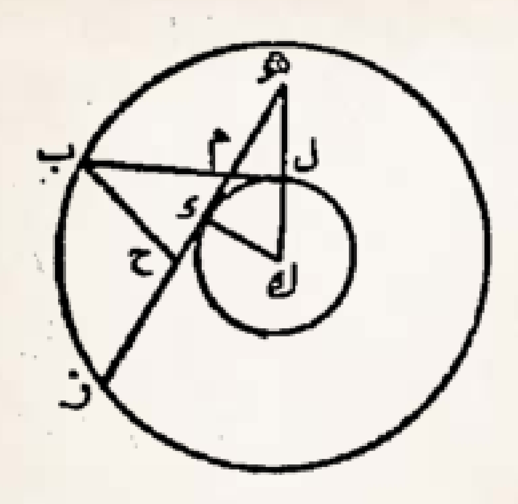
في ثقبي العضادة حتى نرى بهما الموضع المماس للأرض من السماء، فتصير العضادة على الوضع الأول، ويصير الخط الشعاعي المار على استقامة العضادة (حهزط). ونصل (ط) بمركز الأرض، وهو (ك). ثم نمسح عمود الجبل وهو (هل)، وننزل عمود (زم) فيتشابه مثلثا (هزم) (هكط).

ونسبة (هز) الجيب كله إلى (زم) جيب تمام الانحطاط كنسبة (هك) إلى (كط). وإذا فصّلنا، فنسبة (هز) إلى فضله على (زم) وهو مساوٍ لجيب (بز) المعكوس، كنسبة (هك) إلى فضله على (كط) وهو (هل)، فـ (هك) معلوم، و(هل) معلوم. فـ (لك) معلوم بالمقدار الذي به مُسح (هل). وإذا عُلم نصف قطر الأرض عُلِمَ دورها.

وأيضاً فإنّا نخرج (لع) مماساً للأرض على (ل)، وزاوية (ه) معلومة، فنسبة (هل) إلى (لع)، كنسبة جيب زاوية (هعل) الانحطاط إلى جيب زاوية (عهل) تمام الانحطاط، فـ (لع) معلوم وهو مساوٍ لـ (عط)، و(هع) معلوم، فـ (هط) معلوم، ونسبته إلى (كط) نسبة جيب تمام الانحطاط إلى جيب الانحطاط، فمثلث (كطه) معلوم الأضلاع.

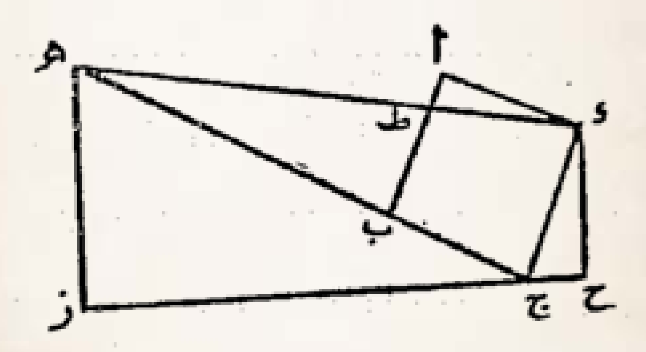


وبهـذا الطريـق بعينـه اسـتخرج المأمـون دور الأرض، فقـد حـدّث أبـو الطيـب سـند بـن علـي، أنـه كان مـع المأمـون حـين توجّـه إلـى الـروم، وأن المأمـون مـرّ في مسـيره هنـاك بجبـلٍ مشـرفٍ علـى البحـر، فاسـتحضره وأمـره بصعـوده وقيـاس انحطـاط الشـمس وقـتَ غروبهـا عـن قُلّتـه، ففعـل، واسـتخرج دور الأرض بهـذا العمـل: ليكـن (لـط) دائـرة الأرض علـى مـرك (ك)، وعمـود الجبـل (لـه)، و(لـب) في الأفـق المحسـوس. ونخرج (هـز) مماسـاً لـلأرض علـى (ط)، فيكـون (بـز) الانحطـاط في دائـرة الارتفـاع. ونصل (كط) وننـزل عمـود (بح) علـى (هـز)، فيكـون جيـب الانحطـاط، لأنّ (م) تقـوم مقـام المركـز، و(مـز) نصـف القطـر: فيكـون (مـح) جيـب تمـام الانحطـاط معلومـاً، و(مـب) الجيـب كلـه. فمثلـث (بمـح) معلـوم الأضـلاع، وهـو مشـابه لمثلـث (هطـك). فنسـبة (مـب) إلـى (بمـح) كنسـبة (هـك) إلـى (كـط)، وبالتفصيـل نسـبة (بم) إلـى فضـل مـا بـين (مـب) (مـح)، كنسـبة (هـك) إلـى (هـل) فـ (لـك)، معلـوم وذلـك مـا أردنـاه.



وأما معرفة عمود الجبل، وهو ضرب واحد من ضروب معرفة الأبعاد، فلنعمل له سطحاً قائم الزاوية مربعاً، ذراعاً في ذراع، كمربع (أبجد) القائم الزوايا، ونقسم ضلعي (أ ب) (أ د) بما شئنا من الأقسام، بعد أن تكون متساوية القدر والعدد. ونركب على زاويتي (ب) (ج) وتدين قائمين على سطح المربع، وعلى زاوية (د) عضادة ذات هدفتين أو وتدين محرفة، طولها كقطر المربع. ثم ليكن عمود الجبل المطلوب (هز)، وسطح الأفق (زج). ونضع الآلة قائمة عليه ونرفعها ونحطها، ثم ننظر من زاوية (ج) حتى يستر كلا وتدي (ج) (ب) ذروة الجبل وهي (٥). ونثبت الآلة على ذلك الموضع، ونرسل من (د) حجراً وليسقط على (ح)، فنعلّم ما بين (ج) وبين مسقط حجر (ح) بأقسام ضلع الآلة. ونعود إلى قطب (د)، ونرفع العضادة ونحطّها حتى نرى قلّة (٥) بالهدفتين يسترعها كلا الوتدين، وكأنه كان ذلك وهي على (ط). فلتشابه مثلثي (داط) (هجد)، نسبة (ط) إلى (أد)؛ كنسبة (دج) إلى (جه). فنضرب أقسام (أد) في (دج) الذراع، ونقسم المجتمع على أقسام (أط) فيخرج (جه) بالأذرع. ونسبته إلى (هز) كنسبة (دج) إلى (جح)، لأن كلتا زاويتي (دجح) (هجز)

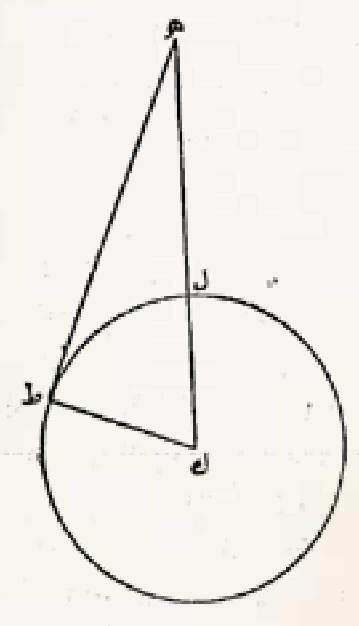
قائمة، وكلتا زاويتي (هجز) قائمة، فإذا ألقينا زاوية (هجز) المشتركة، بقيت زاوية (دجح) مساوية لزاوية (جهز)، وزاوية (جدح) مساوية لزاوية (هجز)، فنضرب (هج) في (جح)، ونقسم المبلغ على (دج) أقسام ضلع المربع، فيخرج (هز) المطلوب.



ولما اتفق لي المقام بقلعة ننده من أرض الهند، وأشرفت من الجبل المطل عليها غربياً، وعاينت البيداء الجنوبية عنه، بدا لي أن أمتحن هذا الطريق بها، فقسمت على قلة الجبل ما يحس من التقاء الأرض والملون اللازوردي، فانحط خط الإدراك عن القيام على خط الانتصاب (ة لد)، وقست عمود الجبل فوجدته (652 ج يح) ذراعاً بذرعان الثياب المستعملة في تلك البقعة، وليكن (هل) من الصورة؛ فلأن زاوية (ط) قائمة، وزاوية (ك) بمقدار الانحطاط (ة لد)، وزاوية (ه) بمقدار تمامه (فط كو)، فإن مثلث (هطك) معلوم الزوايا، فيكون معلوم الأضلاع بالمقدار الذي به (هك) الجيب كله، وبهذا المقدار يكون (طك) (نط نط مط)، وفضل ما بينه وبين الجيب كله (ة ة يا)، وهو عمود (هل). لكنه بالأذرع معلوم، ونسبة أذرعه إلى أذرع (لك)، كنسبة (ة ة يا) إلى

(نط نط مط) ومضروب (652 ج يح) أذرع (هل) في (نط نط مط) أجزاء (لك) هو (29121 يح كز كج مب). فإذا قُسم على (ة ة يا) أجزاء (هل) خرج (12803337 ب ط)، وهي أذرع (لك) نصف قطر الأرض،

فـأذرع دورهـا (80478118 ل لـط)، وحصّـة الجـزء الواحـد مـن ثلاثمائـة وسـتين (223550 يـط مـه). فـإذا قُسـمت علـى أربعـة آلاف، خـرج أميـال الجـزر الواحـد (نـه نج يـه). ومـا ذلـك بعيـد عـن حكايـة حبش والله الموفق.



»(البيروني، تحديد نهايات الأماكن. ..، 1962م)

» معرفة استدارة الأرض

اختـر موضعـاً مـا في البـوادي السـهلة والقيعـان المسـتوية واعـرف عرضـه بمـا تقـدم ثـم اسـتخرج خـط نصـف النهـار وسـر علـى اسـتقامته وعلى اسـتقبال كوكب الجدي وانصـب في طريقـك علامـات وامتحنهـا حتـى يكـون علـى خـط مسـتقيم بـأن ينظـر كلـه علامـة إلـى ثالثهمـا فيكـون الثانيـة سـاترة إيّاهـا عنـك وبعـدً أن يكـون علـى خـط نصـف النهـار لا غيـره فامسـح مـا تسـيره بـالأذرع حتـى يقطـع قـدر عشـرين فرسـخاً أو أكثـر، ثـم اعـرض عـرض الموضـع الـذي انتهيـت إليـه أيضـاً فالـق منـه عـرض الموضـع الأول،

واقسم ما بين الموضعين من الفراسخ فما خرج فاضربه في ثلاثة مائة وستين فما اجتمع فهو ما يحيط بالأرض من الفراسخ وفي معرفة ذلك طريق قائم في الوهم، صحيح بالبرهان والوصول إلى عمله صعبٌ لصغر الآلات وقلة مقدار الشيء الذي يبنى عليه فيه وهو أن يصعد جبلاً مشرفاً على بحر أو برية ملساء وترصد غروب الشمس فتجد فيه ما ذكرناه من الانحطاط، ثم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل وتضربه في الجيب المستوي لتمام الانحطاط الموجود ويقسم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحطاط نفسه ثم تضرب ما خرج من القسمة في اثنين وعشرين أبداً ويقسم المبلغ على سعة فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذي به قدرت عمود الجبل ولم يقع لنا بهذا الانحطاط وكميته في المواضع العالية تحرية وجوانا على ذكر هذا الطريق ما حكاه أبو العباس النيريزي عن أرسطوطاليس أن أطوال أعمدة الجبال خمسة أميال ونصف بالمقدار الذي به نصف قطر الأرض ثلاثة آلاف ومائتا ميل بالتقريب، فإنّ الحساب يقضي لهذه المقدمة أن موجد الانحطاط في الجبل الذي عموده هذا القدر ثلاث درجات بالتقريب، وإلى التجربة يُلتجئ في مثل هذه الأشياء وعلى الامتحان فيها يعوّل وما التوفيق إلا من عند العزيز الحكيم» (البيروني، كتاب الاسطرلاب، مخطوطة مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-672)، ص 43و-43 ظ).

وقد قدم لنا البيروني روايته عن قصة القياس التي اقترحها المأمون فقال: « وإنما رصدُ المأمون كان لما طالع من كتب اليونانيين حصة الجزء الواحد خمسمائة اسطاذيا، وهو مقدار لهم كانوا يقدّرون به المسافات، ولم يجد عند المترجمين علماً شافياً لمقداره بما يتعارف عليه، حينئذٍ أمر – على ما حكى حبش <الحاسب> عن خالد المَرْوَرُوذيّ وجماعة من علماء الصناعة وحذّاق الصناع من النجّارين والصفّارين- بعمل الآلات واختيار موضع لهذه المساحة، فاختير موضع من برية سنجار من حدود الموصل يبعد عن قصبتها تسعة عشر فرسخاً وعن سر من رأى ثلاثة

وأربعين فرسخاً، وارتضوا استواءها، وحملوا الآلات إليها، وعيّنوا منها موضعاً رصدوا بها ارتفاع الشمس نصف النهار، ثم افترقوا منه فرقتين، فتوجه خالد مع طائفة من المسّاح والصناع إلى جهة القطب الشمالي، وتوجّه علي بن عيسى الإسطرلابي وأحمد بن البحتري الذرّاع مع جماعة نحو القطب الجنوبي. ورصدت كل طائفة منهما ارتفاع الشمس نصف النهار حتى وجدوه قد تغيّر جزءاً واحداً سوى التغير الحادث من الميل، وكانوا يذرعون الطرق في ذهابهم، وينصبون السهام على طريقهم، فلما عادوا اعتبروا المساحة ثانيةً، واجتمعت الطائفتان حيث افترقتا، فوجدوا حصة الجزء الواحد من الأرض ستةً وخمسين ميلاً. وزعم أنه سمع خالداً يُملي ذلك على يحيى بن أكثم القاضي فالتقطه منه سماعاً، وهكذا حكاه أبو حامد الصغاني عن ثابت بن قرة، وحُكيَ عن الفرغاني ثلثا ميل يتبع الأميال المذكورة، وكذلك وجدت الحكايات كلها مطبقة على هذين الثلثين، ولا يجوز أن أحمل ذلك على سقوطه من نسخة كتاب الأبعاد والأجرام، لأن حبش من ذلك دور الأرض وقطرها وسائر الأبعاد. وإذا امتحنت وجدت حاصله من الستة والخمسين ميلاً فقط للجزء الحاصل، بل أولى من ذلك أن يُظن بالروايتين صدور عن الفرقتين، وهو موضع تحيّر باعث على تجديد الامتحان والرصد. ومن ولي به؟ وهو محتاج إلى اقتدار بسبب الانبساط في المكان، والاحتراس من غوائل المنتشرين فيه، وكنت اخترت له البقاع التي بين دهستان المصاقب لجرجان، وبين ديار الأتراك الغزية، فلم تساعد المقادير ثم الهمم المسترفدة على ذلك» (البيروني، تحديد نهايات الأماكن. ..، 1962م).

11.7 نصوص أبو رشيد النيسابوري (توفي نحو 440هـ / نحو 1048م)

1.11.7 نبذة عن حياة المؤلف

سعيد بن محمد بن حسن بن حاتم، أبو رشيد النيسابورى: من كبار المعتزلة، من أهل نيسابور،

أخذ عن قاضي القضاة عبد الجبار بن أحمد، وانتهت إليه الرياسة بعده. وكانت له حلقة في نيسابور، ثم انتقل إلى الري وتوفي بها. من مؤلفاته: (مسائل في الخلاف بين البصريين والبغداديين)، و (ديوان الأصول)، و (إعجاز القرآن) غير كامل (الزركلي، 1980م).

2.11.7 كـــــروية الأرض

«ذهب شيخنا أبو علي <الجبائي> إلى أنها مسطحة وليست بكروية، وتوقف في ذلك شيخنا أبو هاشم <الجبائي>، ويميل إلى القول بأنها كروية. وأما شيخنا أبو القاسم <الكعبي> فإنه يذهب إلى الأرض كروية؛ فالذي يُمكن أن يُنتصر به قول من يذهب إلى أنها ليست بكروية وجوه:

- أحدها أن الأرض لو كانت كروية، وكانت في وسط الفلك، على الحد الذي يذهبون إليه، لكان بُعدها من سائر جهات الفلك بُعداً واحداً، ولكانت تجري مجرى نقطة وضعت في وسط الدائرة، في أن بُعدها من سائر أجزاء النقطة بُعداً واحداً، ولو كان كذلك، لكان يجب أن لا تُرى الشمس عند الطلوع والغروب، كأنها أكثر مما تُرى عليه إذا حصلت في وسط السماء، كبُعدها عندما تطلع. وإذا كان كذلك، فالواجب أن لا تُرى كأنها أكبر في حال الطلوع، وكأنها أصغر عند حصولها في وسط السماء.

- والثاني أن الله تعالى قال ﴿وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ﴾ (سورة النازعات، الآية: 30) أي بسطها، ويُقال في الوجه الثاني، أنّ في الأرض مواضع فيها تقعر، فيثبت الماء فيها، وإن كان شكل الكل كروياً.

- ويمكن أن يُقال في الوجه الثالث، أن الله تعالى أراد بعض الأرض، وفي الأرض مواضع مسطحة، ولا يمتنع تخصيص ذلك إذا دلّ الدليل عليه.

فأما ما يمكن أن يُنصر به قول من يذهب إلى أنها كروية، فوجوه: أحدها ما حكي عن أرسطوطاليس، أنه ذكر في كتاب السماء والعالم، في المقالة الثانية، أن الذي يدلّ على ذلك، أنه وجد آخر الأرض على مقدار ثقلها، يسلك إلى المركز ما لم يمنعها مانع بالطبع سلوكاً مستوياً، وكذلك سلوكها بأجمعها لو توهمنا خارجةً عن المركز. قال فلما كان سلوك آخر الأرض من جميع النواحي إلى المركز سلوكاً <مستوياً>، كان بُعد جميع النواحي من الوسط سواء، والشكل الكائن على هذه الصورة كروي» (النيسابوري، 1979).

- «منها أنه بنى ذلك، على أن الأرض تتحرك إلى المركز، وأنه في وسط الفلك، هذا ليس بصحيح، لأجل أنه لا دليل يدل أولاً على إثبات الفلك، ثم لا دليل يدلّ على أنّ الأرض وسط الفلك، وأنّ كل ما يتحرّك من الأرض لا يتحرّك إلا في ذلك المركز. ولم لا يجوز أن تكون بعض أجزاء الأرض أقرب إلى ذلك المركز الذي أثبتته من بعض، وإن كانت الكل متساوية في الحركة؟

- ومنها أنّ الأمر لو كان على ما ظنّه، لوجب أن تكون أجزاء الأرض كرويّة كنفس الأرض، لأن هذه العلة موجودة في أجزاء الأرض. والضرورة تقضي بأن في الأرض مواضع مسطحة.

- ومنها أنّه بنى ذلك على أن أجزاء الأرض، لأجل طلبها للمركز،

تتحرك، وذلك فاسد، لأن حركتها لمكان الاعتماد سفلاً، فالأرض إذا لم يكن فيها ما يمنع من الحركة، يجب أن تتحرك سفلاً، سواء أكان هناك مركز أم لم يكن.

- ومنها أنه لو قال: لو توهمنا الأرض خارجةً عن المركز، لكانت تتحرك إلى المركز، وهذا جهل منه، لأن ذلك إنما كان يمكن أن يقال، لو حصل اختيار لذلك، وذلك مما يتعذر، وإذا كانت حركتها موجبة عن معنى فيها، وهو الاعتماد، ألا ترى أنها بحسبه تحصل، فأي تأثير للمركز فيه؟

وقد استدل هذا الرجل على ذلك أيضاً بأن قال: لما كانت علة كسوف القمر هي ستر الأرض له وحيلولتها بينه وبين الشمس، وقد وجدنا القمر ينكسف على هيئة الكرة، فلو كان ما ستره غير كروي، لكان ستره غير كروي.

ويمكن أن يُعترض على هذا بأن يُقال، ليس يثبت كسوف القمر من قبل ستر الأرض له، أو لسنا نرى نوره يخفى في العشر الأواخر من الشهر، وربما وجد جزء من القمر على شبه بالانكساف من غير ستر الأرض له. ويمكن أن يقال أيضاً: جوّزوا أن تكون الأرض على شكل يقرب إلى الكرة، وإن لم يكن كروياً، ويكون سترها للقمر على قرب من ذلك الشكل، ولا يتبين لبُعد القمر أن سترها له ليس بكروي. ولو أخذنا شكلاً من طين قريباً من الكروي، ثم أخذنا كرةً أشد ما يمكننا أن نأخذه، وجعلنا الشكل القريب من الكرة يلقى ضوء الشمس، لستر ذلك الجسم ستراً كروياً، وهذا مما قد يُجرّب»(النيسابوري، 1979).

«وقد استدل هو وبطلميوس في سطر كتابه المعروف بالمجسطي على أن الأرض كروية فقالا: إنّا إذا انتقلنا إلى ناحية الفرقدين، استبان لنا نوع من أنواع الكواكب، وخفي عنا نوع منها، وذلك لتحدّب الأرض وكونها كروية.

ويمكن أن يُعترض على ذلك بأن يقال: ما أنكرتم أنّ في الأرض ما هو مرتفع، وفيها ما هو منخفض، وإن كان شكل الكل مسطحاً. فإذا ارتفع الإنسان على بعض جهاتها العالية، رأى ما لم يكن يراه من الكواكب، وإذا انخفض غابت عنه كواكب.

وقد يجوز أن يكون الفلك متباعد الأقطار، فإذا أمعن الإنسان في جهةٍ من الجهات. بدت له كواكب لكونه قريباً منها، وغابت عنه كواكب لبعده عنها.

وقد استدلّ بطلميوس على أن الأرض كروية بأن قال: لو كانت الأرض مقعرة، لكانت النجوم تطلع على أهل المغرب، قبل طلوعها على أهل المشرق. ويمكن أن يُعترض <على> ذلك بأن يُقال إن المدن المحيط بها الجبال الشاهقة، قد تشرق الشمس على جبالها التي هي في ناحية مغربها، ولا تطلع على ما دونها من المواضع المشرقية، لارتفاع تلك الجبال وانحطاط هذه.

واستدلّ أرسطاطاليس على ذلك بأن قال: إنّا إذا سرنا في البحر إلى جبالٍ أو مواضع شامخة مشرقية، فإنها تُرى زيادتها حالاً بعد حال، كأنها تطلع من البحر، وكأنها كانت راسية فيه قبل ذلك، فيتبين بذلك استدارة بسط الماء الكائن على الأرض المستديرة.

ويمكن أن يقال: ليس يجب إذا كان شكل الماء الذي تسير فيه يختص بأنه كروي، أن تكون الأرض كلها بهذه المنزلة.

وقد استدل على ذلك بأن قيل: لو كانت الأرض مسطحة، لكان طلوع الشمس على أهل الأرض في وقتٍ واحد، ويمكن أن يُعترض ذلك فيقال: إنّ الأرض ليس بمستوية التسطح بحيثٍ لا نشوز فيها ولا وهاد وليلزم ما ذكره، فقد بان أن الأقرب أن يقال: إنّ الأرض مُسطّحة» (النيسابوري، 1979).

12.7 نصوص أبو الفتح الكراجكي (توفي 449هـ/ 1057م)

1.12.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد محمد بن علي بن عثمان الكراجكي، أبو الفتح: باحث إمامي، وهو من كبار أصحاب الشريف المرتضى. له كتب، منها (كنز الفوائد) و (النوادر) و (معونة الفارض) في الفرائض، و (تهذيب المسترشدين) و (معدن الجواهر) و (رسالة تلقين أولاد المؤمنين) (الزركلي، 1980م).

2.12.7 كروية الأرض

«اعلم أنّ الأرض على هيئة الكرة والهواء يحيط بها من كل جهة والأفلاك تحيط بالجميع إحاطة استدارة وهي طبقات بعضها يحيط ببعض فمنها سبعة تختص بالنيرين والكواكب الخمسة التي تسمى المتحيرة والسيارة فالنيران هما الشمس والقمر، والخمسة هي زحل والمشتري والمريخ والزهرة وعطارد ولكل واحد منها فلك يختص به من هذه السبعة ففلك زحل أعلاها وفلك القمر أقربها من الأرض وأدناها وفلك الشمس في وسطها وتحت فلك زحل فيما بينه وبين فلك الشمس فلكان فلك المشتري ثم فلك المريخ وفوق القمر فيما بينه وبين الشمس فلكان فلك عطارد ثم فلك الزهرة ويحيط بهذه الأفلاك السبعة فلك الكواكب الثابتة وهي جميع ما يرى في السماء غير ما ذكرنا ثم الفلك المحيط الأعظم المحرك جميع هذه الأفلاك. ثم السماوات السبع يحيط بالأفلاك وهي مساكن الأملاك ومن رفعه اللّه تعالى إلى سمائه من أنبيائه وحججه (ع) وللجميع نهاية والكل على شكل الكرة ومركزها الأرض ومركز الأرض نقطة في وسطها جميع أجزاء الأرض معتمدة عليها وهي مركز العالم كلها في الحقيقة ومن نهاية الأجسام الذي هو محيط الكرة إلى مركز الأرض متساو من كل جهة،

وقد قيل إنّ العامر من الأرض هو ربع الكرة والناس مستقرون على هذا الربع من كل جهة وإن كان بعضهم منخفضا عن بعض بالإضافة فكل منهم الأرض تحته والسماء فوقه وهو يرى أرضه التي هو عليها هي المستقيمة في الاعتدال دون غيرها. وكل ما فارق السماء من أيّ جهة كان منها وذهب إلى الأرض فهو نازل إليها وكل ما فارق الأرض من أي جهة كان ذهب إلى السماء فهو صاعد إليها ولذلك لا تتحرك الأرض إلى إحدى الجهات لأنها كيف ما تحركت تكون صاعدة إلى السماء والأرض كالخردلة أو أصغر بالإضافة إلى عظم سعة الفلك والأفلاك لها حركات مختلفة لكن محركها مع ذلك الفلك المحيط بها حركة واحدة يدور بها حول المركز في اليوم والليلة دورة واحدة والإنسان في أي موضع كان من الأرض يرى نصف الفلك وقيل إنه يرى أكثر من النصف وهذا يبين أنه لا تأثير لقدر الأرض وإذا طلعت الشمس بضيائها على جهة من الأرض كان ذلك نهارا لتلك الجهة وإذا غربت من جهة من الأرض كان الليل في تلك الجهة وهو ظل الأرض، وليس النهار عاماً ولا الليل أيضاً عاماً وهي تطلع على قوم قبل قوم وتغرب عن قوم قبل قوم والجهة التي تطلع الشمس والكواكب منها هي المشرق وريحها يقال له الصبا والجهة التي تغرب منها هي المغرب، ويقال لريحها الدبور (لأنّها تهب من مغرب الشمس ومكان إدبارها، وهي تقابل الصبا) وإذا توجه القائم إلى جهة المشرق كانت الجهة التي عن يمينه الجنوب وريحها تسمى باسمها والجهة التي عن شماله الشمال تسمى باسمها وكل ريح أتت بين جهتين فهي نكباء وتسمى أيضاً النعامى (وهي الريح اليمانية، وهي ريح الجنوب) والمسكون من الأرض هو المائل إلى جهة الشمال والربع الذي إلى جهة الجنوب غير مسكون، ويقال إنه ليس به حيوان ومنه يأتي النيل ولذلك لا يصل أحد إلى مبتدئه وبقية الأرض قد غطاها الماء المالح وهو البحر الأعظم الذي أطرافه يقال لها بحر المحيط ومن هذا البحر خليجان داخلان إلى الربع العامر» (الكراجكي، 1990م).

13.7 نصوص ابن حزم الأندلسي (توفي 456هـ/ 1063م)

1.13.7 نبذة عن حياة المؤلف

يُعد علي بن أحمد بن سعيد بن حزم الظاهري، أبو محمد أحد علماء الأندلس في عصره، وأحد أئمة الإسلام. انتسب أناس كثيرون إلى مذهبه (الحزمية) في الأندلس، استلم من بعد أبيه رياسة الوزارة وتدبير المملكة، ثم زهد بها وانصرف إلى العلم والتأليف، فكان فقيهاً حافظاً يستنبط الأحكام الشرعية من الكتاب والسنة، روي عن ابنه الفضل أنه اجتمع عنده بخطه أبيه من تآليفه نحو 400 مجلد، تشتمل على قريب من ثمانين ألف ورقة، ومن أشهر مؤلفاته: كتاب (الفصل في الملل والأهواء والنحل)، و(المحلى) في 11 جزءاً، في الفقه، و(جمهرة الأنساب) (الزركلي، 1980م). وغير ذلك الكثير.

2.13.7 كــــروية الأرض

«قال أبو محمد وهذا حين نأخذ إن شاء اللّه تعالى في ذكر بعض ما اعترضوا به وذلك أنّهم قالوا إن البراهين قد صحت بأن الأرض كروية والعامة تقول غير ذلك، وجوابنا وباللّه تعالى التوفيق إن أحد من أئمة المسلمين المستحقين لاسم الإمامة بالعلم رضي اللّه عنهم لم ينكروا تكوير الأرض ولا يحفظ لأحد منهم في دفعه كلمة، بل البراهين من القرآن والسنة قد جاءت بتكويرها قال اللّه ﷻ ﴿يُكَوِّرُ ٱلَّيۡلَ عَلَى ٱلنَّهَارِ وَيُكَوِّرُ ٱلنَّهَارَ عَلَى ٱلَّيۡلِ﴾ (سورة الزمر، الآية: 5) وهذا أوضح بيان في تكوير بعضها على بعض مأخوذ من كور العمامة وهو إدارتها وهذا نص على تكوير الأرض ودوران الشمس كذلك وهي التي منها يكون ضوء النهار بإشراقها وظلمة الليل بمغيبها وهي آية النهار بنص القرآن قال تعالى ﴿وَجَعَلۡنَآ ءَايَةَ ٱلنَّهَارِ مُبۡصِرَةً﴾ (سورة الإسراء، الآية: 12). فيقال

لمن أنكر ما جهل من ذلك من العامة ألبس إنما افترض الله عز وجل علينا أن نصلي الظهر إذا زالت الشمس فلا بد من نعم فيسألون عن معنى زوال الشمس فلا بد من أنه إنما هو انتقال الشمس عن مقابلة من قابل بوجهه القرص واستقبل بوجهه وأنفه وسط المسافة التي بين موضع طلوع الشمس وبين موضع غروبها في كل زمان وكل مكان وأخذها إلى جهة حاجبه الذي يلي موضع غروب الشمس، وذلك إنما هو في أول النصف الثاني من النهار وقد علمنا أن المدائن من معمور الأرض آخذة على أديمها من مشرق إلى مغرب ومن جنوب إلى شمال فيلزم من قال أن الأرض منتصبة إلا على غير مكورة أن كل من كان ساكناً في أول المشرق أن يصلي الظهر في أول النهار ضرورة ولا بد إثر صلاة الصبح بيسير، لأن الشمس بلا شك تزول عن مقابلة ما بين حاجبي كل واحد منهم في أول النهار ضرورة ولا بد أن كان الأمر على ما تقولون ولا يحل لمسلم أن يقول إن صلاة الظهر تجوز أن تصلى قبل نصف النهار، ويلزمهم أيضاً أن من كان ساكنا في آخر المغرب إن الشمس لا تزول عن مقابلة ما بين حاجبي كل واحد منهم إلا في آخر النهار فلا يصلون الظهر إلا في وقت لا يتسع لصلاة العصر حتى تغرب الشمس وهذا خارج عن حكم دين الإسلام.

وأما من قال بتكويرها فإن كل من على ظهر الأرض لا يصلي الظهر إلا إثرَ انتصاف نهاره أبداً على كل حال وفي كل زمان وفي كل مكان وهذا بيِّن لا خفاء فيه وقال ﷻ ﴿ٱلَّذِى خَلَقَ سَبۡعَ سَمَٰوَٰتٖ طِبَاقٗاۖ﴾ (سورة الملك، الآية: 3) وقال تعالى ﴿وَلَقَدۡ خَلَقۡنَا فَوۡقَكُمۡ سَبۡعَ طَرَآئِقَ﴾ (سورة المؤمنون، الآية: 17) وهكذا قام البرهان من قبل كسوف الشمس والقمر بعض الدراري لبعض على أنها سبع سموات وعلى أنها طرائق وقوله تعالى طرائق يقتضي متطرقاً فيه وقال تعالى ﴿وَسِعَ كُرۡسِيُّهُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضَ﴾ (سورة البقرة، الآية: 255)، وهذا نص ما قام عليه البرهان من انطباق بعضها على بعض وإحاطة الكرسي بالسموات السبع وبالأرض وقال رسول

الله ﷺ: فاسألوا الله الفردوس الأعلى فإنه وسط الجنة وأعلى الجنة وفوق ذلك عرش الرحمن، وقال تعالى الرحمن على العرش استوى. وأخبر هذان النصان بأن ما على العرش هو منتهي الخلق ونهاية العلم وقال تعالى ﴿إِنَّا زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِزِينَةٍ ٱلْكَوَاكِبِ ﴿٦﴾ وَحِفْظًا مِّن كُلِّ شَيْطَٰنٍ مَّارِدٍ﴾ (سورة الصافات، الآية: 6-7)، وهذا هو نص ما قام البرهان عليه من أن الكواكب المرمي بها هي دون سماء الدنيا لأنها لو كانت في السماء لكان الشياطين يصلون إلى السماء أو كانت هي تخرج عن السماء وإلا فكانت تلك الشهب لا تصل إليهم إلا بذلك وقد صح أنهم ممنوعون من السماء بالرجوم فصح أن الرجوم دون السماء وأيضاً فإن تلك الرجوم ليست نجوماً معروفة أصلاً وإنما هي شهب ونيازك من نارٍ تتكوكب وتشتعل وتطفأ ولا نار في السموات أصلا فلم نجد الاختلافً إلا في الأسماء لاختلاف اللغات وقد اعترض القاضي منذر بن سعيد في هذا فجعل الأفلاك غير السموات.

قال أبو محمد: ولا برهان على ما ذكر إلا أنه قال إن السموات هي فوق الأرض فلو كانت السموات محيطة بالأرض لكان بعض السموات تحت الأرض وهذا ليس بشيء؛ لأن التحت والفوق من باب الإضافة لا يقال في شيء تحت إلا وهو فوق لشيء آخر حاشى مركز الأرض فإنه تحت مطلق لا تحت له البتة وكذلك كل ما قيل فيه أنه فوق فهو أيضاً تحت لشيء آخر حاشى الصفحة العليا من الفلك إلا على المقسوم بقسمة البروج فهي فوق لا فوق لها البتة فالأرض على هذا البرهان الشاهد هي مكان التحت في السموات ضرورة فمن حيث كانت السماء فهي فوق الأرض ومن حيث قابلتها الأرض فهي تحت السماء ولا بد وحيث ما كان ابن آدم فرأسه إلى السماء ورجلاه إلى الأرض وقد قال الله ﷻ ﴿أَلَمْ تَرَوْا كَيْفَ خَلَقَ ٱللَّهُ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ طِبَاقًا ﴿١٥﴾ وَجَعَلَ ٱلْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ ٱلشَّمْسَ سِرَاجًا﴾ (سورة نوح، الآية: 15-17) وقال تعالى ﴿تَبَارَكَ ٱلَّذِى جَعَلَ فِى

﴿ٱلسَّمَآءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَٰجًا وَقَمَرًا مُّنِيرًا﴾ (سورة الفرقان، الآية: 61) فأخبر الله تعالى أخبار لا يرده إلا كافر بأن القمر في السماء وأن الشمس أيضاً في السماء، ثم قد قام البرهان الضروري المشاهد بالعيان على دورانها حول الأرض من مشرق إلى مغرب ثم من مغرب إلى مشرق فلو كان على ما يظن أهل الجهل لكانت الشمس والقمر إذ دارا بالأرض وصارا فيما يقابل صفحة الأرض التي لسنا عليها قد خرجا عن السماء وهذا تكذيب لله تعالى فصح بهذا أنه لا يجوز أن يفارق الشمس والقمر السموات ولا أن يخرجا عنها لأنهما كيف دارا فهما في السموات فصح ضرورة أن السموات مطابقة طباقاً على الأرض. وأيضاً فقد نص تعالى كما ذكرنا على أن الشمس والقمر والنجوم في السموات ثم قال تعالى ﴿وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ﴾ (سورة يس، الآية: 40) وبالضرورة علمنا أنه لا يمكن أن يكون جرم في وقت واحد في مكانين فلو كانت السموات غير الأفلاك وكانت الشمس والقمر بنص القرآن في السموات وفي الفلك لكانا في مكانيين في وقت غير متداخلين واحد وهذا محال ممتنع ولا ينسب القول بالمحال إلى الله ﷻ إلا أعمى القلب. فصح أن الشمس في مكان واحد وهو سماء وهو فلك وهكذا القول في القمر وفي النجوم وقوله تعالى ﴿وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ﴾ (سورة يس، الآية: 40) نص جلي على الاستدارة لأنه أخبر تعالى أن الشمس والقمر والنجوم سابحة في الفلك ولم يخبر تعالى أن لها سكونا فلو لم تستدر لكانت على أباد الدهور بل في الأيام اليسيرة تغيب عنا حتى لا نراها أبدا لو مشت على طريق واحد وخط واحد مستقيم أو معوج غير مستدير لكنا أمامها أبدا وهذا باطل فصح بما نراه من كرورها من شرق إلى عرب وغرب إلى شرق أنها دائرة ضرورة وكذلك قال رسول الله ﷺ إذ سئل عن قول الله تعالى ﴿وَٱلشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا﴾ (سورة يس، الآية: 38) فقال ﵇ مستقرها تحت العرش وصدق ﷺ لأنها أبداً تحت العرش إلى يوم القيامة وقد علمنا أن مستقر الشيء هو موضعه الذي يلزم فيه ولا يخرج عنه وإن

مشى فيه من جانب إلى جانب حدثنا أحمد بن عمر بن أنس العذري ثنا عبد اللّه بن أحمد الهروي حدثنا عبد اللّه بن أحمد بن حمويه السرخسي حدثنا إبراهيم بن خزيم ثنا عبد بن حميد حدثني سليمان بن حرب الواسحي ثنا حماد بن سلمة عن إياسي بن معاوية المزني قال السماء مقببة هكذا على الأرض وبه إلى عبد بن حميد ثنا يحيى بن عبد الحميد عن يعقوب عن جعفر هو ابن أبي وحشية عن سعيد بن حبير قال جاء رجل إلى ابن عباس فقال أرأيت قول اللّه ﷻ ﴿سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ وَمِنَ ٱلْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ﴾ (سورة الطلاق، الآية: 12) قال ابن عباس هن ملتويات بعضهن على بعض. حدثنا عبد اللّه بن ربيع التميمي ثنا محمد بن معاوية القرشي حدثنا أبو يحيى زكريا بن يحيى الساجي البصري قال أنبأنا عبد الأعلى ومحمد بن المثنى وسلمة بن صبيب قالوا كلهم ثنا وهب بن جرير بن حازم قال سمعت محمد بن إسحاق يحدث عن يعقوب ين عتبة وجبير بن محمد بن جنير بن مطعم عن أبيه عن جده قال جاء أعرابي إلى رسول اللّه ﷺ فقال يا رسول اللّه جهدت الأنفس وضاع العيال ونهكت الأموال وهلكت الأنعام فاستسق اللّه لنا فذكر الحديث بطوله وفيه أنه ﷺ قال للأعرابي ويحك تدري ما اللّه إن عرشه على سمواته وأرضه هكذا وقال بأصابعه مثل القبة ووصف لهم ابن جرير بيده وأمال كفه وأصابعه اليمنى وقال هكذا حدثنا محمد بن سعيد بن نبات ثنا أحمد بن عون اللّه وأحمد بن عبد البصير قالا جميعاً: أنبأنا قاسم بن اصبع حدثنا محمد بن عبد السلام الخثني حدثنا محمد بن بشار بندار ثنا عبد الصمد الوارث التنوري ثنا شعبة عن الأعمش هو سليمان ابن مسلم البطين عن سعيد بن جبير عن ابن عباس قال ﴿وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ﴾ (سورة يس، الآية: 40) فلك كفلك المغزل قال أبو محمد وذكروا أيضا قول للّه ﷻ عن ذي القرنين ﴿وَجَدَهَا تَغْرُبُ فِى عَيْنٍ حَمِئَةٍ﴾ (سورة الكهف، الآية: 86) وقرئ أيضاً حامية قال أبو محمد وهذا هو الحق بلا شك وذو القرنين هو كان في العين الحمئة

الحامية حمئة من حماتها حامية من استحرارها كما تقول رأيتك في البحر تريد أنك إذ رأيته كنت أنت في البحر وبرهان هذا أن مغرب الشمس لا يجهل مقدار عظيم مساحته إلا جاهل ومقدار ما بين أول مغربها الشتوي إذا كانت من آخر رأس الجدي إلى آخر مغربها الصيفي إذا كانت من رأس السرطان مرئي مشاهد ومقداره ثمان وأربعون درجة من الفلك وهو يوازي من الأرض كلها بالبرهان الهندسي أقل من مقدار السدس يكون من الأميال نحو ثلاثة آلاف ميل ونيف وهذه المساحة لا يقع عليها في اللغة اسم عين البتة لا سيما أن تكون عينا حمئة حامية وباللغة العربية خوطبنا فلما تيقنا أنها عين بإخبار الله ﷻ الصادق الذي لا يأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه علمنا يقينا أن ذا القرنين انتهى به السير في الجهة التي مشى فيها من المغارب إلى العين المذكورة وانقطع له إمكان المشي بعدها لاعتراض البحار له هنالك.

وقد علمنا بالضرورة أن ذا القرنين وغيره من الناس ليس يشغل من الأرض إلا مقدار مساحة جسمه فقط قائماً أو قاعداً أو مضطجعاً ومن هذه صفته فلا يجوز له أن يحيط بصره من الأرض بمقدار مكان المغارب كلها لو كان مغيبها في عين من الأرض كما يظن أهل الجهل ولا بد من أن يلقى خط بصره من حدبة الأرض أو من نثر من أنشازها ما يمنع الخط من التمادي إلى أن يقول قائل إن تلك العين هي البحر فلا يجوز أن يسمى البحر في اللغة عينا حمئة ولا حامية وقد أخبر الله عز وجل أن الشمس تسبح في الفلك وأنها إنما هي من الفلك سراج، وقول الله تعالى هو الصدق الذي لا يجوز أن يختلف ولا يتناقض فلو غابت في عين في الأرض كما يظن أهل الجهل أو في البحر لكانت الشمس قد زالت عن السماء وخرجت عن الفلك وهذا هو الباطل المخالف لكلام الله ﷻ حقا نعوذ بالله من ذلك فصح يقينا بلا شك أن ذا القرنين كان هو في العين الحمئة الحامية حين انتهى من آخر في البر وفي المغارب

وبالله التوفيق لا سيما مع ما قام البرهان عليه من أن جرم الشمس أكبر من جرم الأرض وبالله تعالى التوفيق.

وبرهان آخر قاطع وهو قول الله ﷻ ﴿وَجَدَهَا تَغْرُبُ فِي عَيْنٍ حَمِئَةٍ﴾ (سورة الكهف، الآية: 86) وقُرِئَت {حامية} ووجد عندها قوماً فصح ضرورة أنه وجد القوم عند العين لا عند الشمس وقال الله ﷻ ﴿وَجَنَّةٍ عَرْضُهَا السَّمَاوَاتُ وَالْأَرْضُ﴾ (سورة آل عمران، الآية: 134) وقد صح الإجماع والنص على أن أرواح الأنبياء صلوات الله عليهم في الجنة إلا في قول من لا يعد من جملة أهل الإسلام ممن يقول بفناء الأرواح وأنها أعراض وكذلك أرواح الشهداء في الجنة وأخبر رسول الله ﷺ أنه رآهم ليلة أسري به في السموات سماء آدم في السماء الدنيا وعيسى ويحيى في الثانية ويوسف في الثالثة وإدريس في الرابعة وهارون في الخامسة وموسى وإبراهيم في السادسة والسابعة صلى الله على جميعهم وسلم فصح ضرورة أن السموات هي الجنات، وقد قال عليه السلام أن أرواح الشهداء طير أخضر تعلق في ثمار الجنة ومن المحال الممتنع الذي لا يظنه مسلم أن تكون أرواح الشهداء طيور خضر في الجنة وأرواح الأنبياء في غير الجنة إذ هم أولى بكل فضل ولا مكان أفضل من الجنة. حدثنا أحمد ابن عمر بن أنس العذري حدثنا أبو ذر الهروي أنا أحمد بن عبدان الحافظ النيسابوري بالأهواز أنا محمد بن سهل المقري حدثنا محمد بن إسماعيل البخاري مؤلف الصحيح أنا أبو عاصم النبيل أنا عبد الله بن أمية بن عبد الله بن خالد بن أسيد أنا محمد بن جبير عن صفوان بن يعلى عن أبيه عن النبي ﷺ قال: البحر من جهنم أحاط به سرادقها حدثنا يونس بن عبد الله ابن مغيث أنا أحمد بن عبد الله بن عبد الرحيم حدثنا أحمد بن خالد أنا محمد بن عبد السلام الخشني حدثنا محمد ابن بشار حدثنا يحيى بن سعيد القطان عن عثمان بن غياث عن عكرمة مولى ابن عباس عن ابن عباس عن كعب قال: والبحر المسجور يسجر فيكون جهنم حدثنا عبد الله بن ربيع التميمي أنا عبد

الله بن محمد بن عثمان الأسدي أنا أحمد ابن خالد حدثنا علي بن عبد العزيز أنا الحجاج بن المنهال السلمي أنا مهدي بن ميمون عن محمد بن عبد الله ابن أبي يعقوب الضبي عن بشر هو ابن سعاف قال كنّا مع عبد الله بن سلام يوم الجمعة في المسجد فقال وإن الجنة في السماء والنار في الأرض وذكر كلاماً كثيراً ونسبه إلى الحجاج بن المنهال حدثنا حماد بن سلمة عن داود عن سعيد بن المسيب أن علي بن أبي طالب قال ليهودي: أين جهنم؟ قال: في البحر، قال علي بن أبي طالب: ما أظنه إلا قد صدق. حدثنا المهلب الأسدي حدثنا ابن عباس حدثنا بن مسرور حدثنا يونس بن عبد الأعلى حدثنا عبد الله ابن وهب عن شبيب بن سعيد عن المنهال عن شقيق بن سلمة عن بن مسعود قال الأرض كلها يومئذ نار والجنة من ورائها وأولياء الله في ظل عرش الله تعالى، قال أبو محمد وقال الله تعالى ﴿لَا ٱلشَّمۡسُ يَنۢبَغِي لَهَآ أَن تُدۡرِكَ ٱلۡقَمَرَ وَلَا ٱلَّيۡلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِۚ﴾ (سورة يس، الآية: 40) فبين الله تعالى أن الشمس أبطأ من القمر وهكذا قام البرهان بالرصد أن الشمس تقطع السماء في سنة والقمر يقطعها في ثمانية وعشرين يوما ثم نص تعالى على أن الليل لا يسبق النهار فبين تعالى بهذا الحكم الحركة الثانية التي للفلك الكلي وهي التي تتم في كل يوم وليلة دورة وتتساوى فيها جميع الدراري والشمس والقمر والنجوم وقال تعالى ﴿فَضُرِبَ بَيۡنَهُم بِسُورٖ لَّهُۥ بَابُۢ بَاطِنُهُۥ فِيهِ ٱلرَّحۡمَةُ وَظَٰهِرُهُۥ مِن قِبَلِهِ ٱلۡعَذَابُ﴾ (سورة الحديد، الآية: 13) وأخبر تعالى أن أرواح الكافرين ﴿لَا تُفَتَّحُ لَهُمۡ أَبۡوَٰبُ ٱلسَّمَآءِ وَلَا يَدۡخُلُونَ ٱلۡجَنَّةَ﴾ (سورة الأعراف، الآية: 40) فصحّ أن من فتحت له أبواب السماء دخل الجنة. وأخبر رسول الله ﷺ أن شدة الحر من فيح جهنم وأن لها نفسين نفساً في الشتاء ونفساً في الصيف، وإن ذلك أشد ما نجد من الحر والبرد وإن نارنا هذه أبرد من نار جهنم بتسع وستين درجة وهكذا نشاهد من فعل الصواعق فإنها تبلغ من الإحراق والأذى في مقدار اللمحة ما لا تبلغه نارنا في المدد الطوال. وقال رسول الله ﷺ: إن آخر أهل الجنة دخولاً

فيها بعد خروجه من النار يعطى مثل الدنيا عشر مرات. رويناه من طريق أبي سعيد الخدري مسنداً وصح أيضاً مسنداً عن رسول الله ﷺ أن الدنيا في الآخرة كإصبعٍ في اليمّ.

قال أبو محمد: وهذا إنما هو في نسبة المسافة لا في نسبة المدة، لأن مدة الآخرة لا نهاية لها وما لا نهاية له فلا ينسب منه شيء البتة بوجه من الأوجه، ولا هو أيضاً نسبة من السرور واللذة ولا من الحزن والبلاء فإن سرور الدنيا مشوب بألم ومتناه منقض وسرور الآخرة وحزنها خالصان غير متناهيين وهكذا قام البرهان من قبل رويتنا لنصب السماء أبداً على أنه لا نسبة للأرض عند السماء ولا قدر وقال ﷻ ﴿وَجَنَّةٍ عَرْضُهَا ٱلسَّمَٰوَٰتُ وَٱلْأَرْضُ﴾ (سورة آل عمران، الآية: 134)، وقال تعالى ﴿وَجَنَّةٍ عَرْضُهَا كَعَرْضِ ٱلسَّمَآءِ وَٱلْأَرْضِ﴾ (سورة الحديد، الآية: 21)، وقال تعالى ﴿وَجَنَى ٱلْجَنَّتَيْنِ دَانٍ﴾ (سورة الرحمن، الآية: 54). وذكر رسول الله ﷺ أن للجنة ثمانية أبواب، وقال عليه السلام فاسألوا الله الفردوس الأعلى فإنه وسط الجنة وأعلى الجنة وفوق ذلك عرش الرحمن فصح يقيناً أنهما جنتان إحدهما كعرض السموات والأرض والأخرى عرضها كعرض السماء والأرض وقوله تعالى ﴿وَلِمَنْ خَافَ مَقَامَ رَبِّهِۦ جَنَّتَانِ﴾ (سورة الرحمن، الآية: 46)، إنما هو خبر عن الجميع أن لهم هاتين الجنتين فالتي عرضها السموات والأرض هي السموات السبع لأن عرض الشيء منه بلا شك وكل جرم كرسي فإن جميع إبعاده عروض فقط وذكرت الأرض هنا لدخولها في جملة مساحة السموات ولإحاطة السموات بها والتي عرضها كعرض السماء والأرض هي الكرسي المحيط بالسموات والأرض قال الله تعالى ﴿وَسِعَ كُرْسِيُّهُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ﴾ (سورة البقرة، الآية: 255) فصح أنّ عرضه كعرض السموات والأرض مضافاً بعض ذلك إلى بعض، فصح أن لها ثمانية أبواب في كل سماء باب وفي الكرسي باب وصح أن العرش فوق أعلى الجنة وهو محل الملائكة وموضعها ليس من الجنة في شيء بل هو فوقها وكذلك قوله تعالى ﴿ٱلَّذِينَ يَحْمِلُونَ ٱلْعَرْشَ

﴿وَمَنۡ حَوۡلَهُۥ﴾ (سورة غافر، الآية: 7) بيان جلي على أن العرش جرمٌ آخر فيه الملائكة وقد ذكر أن البرهان يقوم بذلك من أحكم النظر في الهيئة وهذه نصوص ظاهرة جلية دون تكلف تأويل.

قال أبو محمد: وقوله تعالى كعرض السماء ذكر لجنس السماوات لأن السماوات اسم للجنس يدل عليه قوله تعالى ﴿وَسِعَ كُرۡسِيُّهُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضَ﴾ (سورة البقرة، الآية: 255).

قال أبو محمد: ومثل هذا كثير مما إذا تدبره المتدبر دل على صحة ما قلناه من أن كل ما ثبت ببرهان فهو منصوص في القرآن وكلام النبي ﷺ» (ابن حزم الأندلسي، (د.ت)).

14.7 نصوص أبو بكر بن أبي عابس (توفي 626هـ / 1229م)

1.14.7 نبذة عن حياة المؤلف

أبو بكر بن أبي عابس (عاش ظناً قبيل عام 626هـ /1228م) وهو عالم رياضيات. لم تذكر المصادر تاريخ وفاته. ما نعرفه له هو (رسالة في أخذ الأبعاد) نسخت بدمشق 626هـ/ 1228م (حميدان، 1995م).

2.14.7 رسالة في أخذ الأبعاد

عثرنا على هذه الرسالة ضمن مجموع في مكتبة أيا صوفيا رقم، (AYASOFYA_4830) (210ظ - 214ظ)، ويبدو أنه قد أهداها إلى قائد الشرطة في أيامه.



(الشكل 8.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة ابن أبي عابس في أخذ الأبعاد

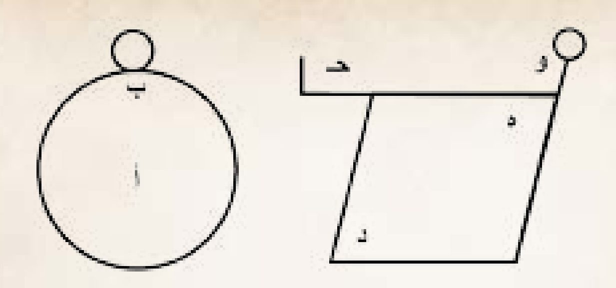
بسم اللّه الرحمن الرحيم وبه نستعين

كتاب أبي بكر بن أبي عابس رحمه اللّه في أخذ الابعاد

الحمد للّه وسلم على أولياء الطيبين ورحمة اللّه. أما بعد؛ أدام اللّه لصاحب الشرطة العليا البقاء، وأسبغ عليه النعماء، وجمع له خير الآخرة والأولى. فإني لما رأيت تطلع نفس القائد أبي القسم النجل الكريم إلى علم الحساب ومعرفته مفصلة وكلفه به وبالإشراف على أسراره وما أودعه اللّه ﷻ من الحكمة، جمعت له في كتابي هذا معاني أفكار لأعربا، جمّة الفوائد بعيدة المرام أجهدت له رأي واستفرغت له طاقتي للذي أعتقد من المحبة وانطوى عليه من المودة الصادقة. إذ من حق الحكمة بذلها لمن عُلم رغبته فيها وكشفها للمستأهل لها بما أشرف عليه من خير حمد للّه على ما أظهر له، وكان جديراً بقبوله والشكر عليه فإن اطلع على هفوةٍ أو ذلةٍ إذّ خُلق الإنسان ضعيفاً أشكل عليها سراً ووجه لها عذر إذ لم إلى اًجتهاد واللّه الموفق للصواب والمسؤول العون على ما يرضاه من قول وعمل.

القول على مثال آلةٍ نعرف لها عمق بحر أو بركة بصنع كرة من شبّة ويلصق على ظهرها عروة منه، ونضع ثقّالة في أعلاها حجة تدخل في العروة لترسب بالكرة ويكون شكل الثقالة على هيئة إذا انتهت بالكرة إلى القعر تخلّت عن الكرة وارتفعت الكرة وتعدل زمان رسوبها إلى أن تبدو الكرة على الماء طافية بطوف من الشبة مثقوب في قاعه ثقباً ضيقاً على ما عند إرسال الآلة إلى أن تبدو الكرة، فإن بدت رفع الطوف ساعة، ثم يوزن /(ص 210ظ) ما اجتمع فيه من الماء وينسب ذلك الماء إلى ما يوزن في زمن رسوبها في غدير معلوم عدد قيام عمقه فسيكون نسبة وزن الماء إلى وزن الماء كنسبة عدد القيام إلى عدد قيام عمق البحر المطلوب معرفة عمقه.

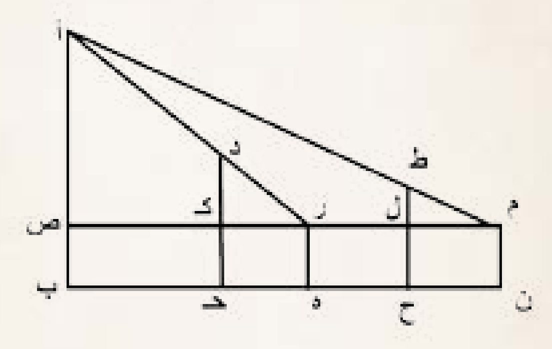
مثال ذلك كرة عليها أ ب وعلى العروة الملصقة فيها ب وشكل الثقالة على هيئة الشكل الذي عليه حـ د ه ر على الحجبة يكون زاوية الحجبة قائمة أو أقل من قائمة قليلاً وتكون الثقالة من الثقالة بمقدار ما يرسب بالكرة إذا أدخلت حجبة حـ في عروة ب فإذا انتهت إلى القعر بالكرة نزلت الثقالة على عمود ه ر وتميل حـ ر ه فتخرج حجبة حـ عروة ب وترتفع الكرة وقبل أن تستعمل هذه الآلة تنزل ما قربت القعر لترى كيفية نزولها في القعر وكيفية تخلي الثقالة عنها فإن احتاجت إلى اصلاح شيء فيها أصلح قبل ما تبدوا به المحنة، ثم تتقدم قبل إرسالها لامتحان عمق بحر نضع ثقالة كثقالة حـ د ه ر في الوزن والشكل، ثم نرسل بالكرة على ما ذكرنا فكأنها قد أرسلت في غدير عمقه عشر قيام ووضع الطرف المثقوب على ما سعة إرسالها في الغدير، فلما ظهرت الكرة طافية رفع الطرف ذلك الحين عن الماء ووزن الماء المجتمع فيه في المدة التي نزلت الثقالة بالكرة إلى حين خروج الكرة فكأنه قد ألقيا وزن الماء أربعة دراهم فكان وزن هذا الماء وعدد القيام التي اجتمع هذا الماء بالطرف المثقوب في زمن رسوب الثقالة بالكرة في العشر قيام إلى حين خروج الكرة أصلاً بحفظ بنسب إليه ما اجتمع في زمن رسوبها في بحر أو غيره فإنها أرسلت في بحر لمعرفة عمقه ووضع الطرف المثقوب على ما حين إرسالها إلى أنْ تبدو الكرة طافية فحينئذٍ فما اجتمع في الطرف من الماء في الزمن الذي فيه رسبت إلى أن ظهرت الكرة وزن ما يسمى درهم فيكون نسبة هذه المائتي درهم إلى الأربعة الدراهم المجتمعة من الماء في زمن رسوب الكرة إلى أن ظهرت في العشر قيام كنسبة عدد قيام عمق ذلك البحر إلى العشر قيام والمائتان خمسون مثل الأربعة فلذلك يكون عمق ذلك البحر خمسين مثل العشر قيام وذلك خمس مائة فهو عدد قيام عمود ذلك البحر إن شاء الله.



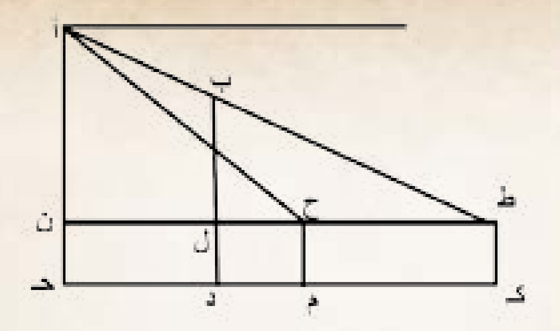
مثال لمعرفة ارتفاع عمود جبل أو صنم ومعرفة بُعده عن موضع القياس في خط مستقيم / (ص 211 و) تقاطع العمود على زاوية قائمة فكان ارتفاع عمود الجبل خط أ ب والبُعد عن خط ه ب يُقاطع عمود أ ب على زاوية قائمة على نقطة ب فتقيم عند نقطة حـ عموداً قائماً على سطح الأفق على زوايا قائمة وهو حـ د ثم تقيم عود آخر موازياً له وهو ه ر بمقدار القامة وأقصر من حـ د بشبرٍ أو نحوه يتقدم به أو يتأخر في أرض مستوية حتى ينظم الشعاع البصر من نقطة ر إلى نقطتي د أ وتتوهم خطاً يمرّ على نقط ر كـ ص موازياً لخط ه حـ ثم يُعلم نسبة د كـ إلى ه حـ الذي هو مثل ر كـ فكأنك قد ألقيت ه حـ ثلاثين مِثْلاً وثلثي مثل كـ د فكذلك يكون ر ص الذي هو مثل ه ب ثلاثين مثلاً وثلثي مثل أ ص ثم تتأخر عن نقطة ه استقامة خط ه ب مائة ذراع أو نحوها ما شيئت في أرض مستوية وهو خط ه ح ثم تقيم العود الذي هو حـ د على نقطة حـ وهو خط حـ ط على زوايا قائمة على سطح الأفق وتتأخر إلى نقطة ن ويكون خط ن م مثل خط ه ر حتى ينظم شعاع البصر من نقطة م نقطتي ط أ وتتوهم خط ص ر ممتد إلى نقطة م موازياً لـ ن ب ثم يعلم نسبة ل ط إلى ن حا الذي هو مثل م ل فكأنك وجدت ن ه اثنين وثلاثين ل ط فـ م ص الذي هو مثل ن ب اثنان وثلاثون مثل أ ص والذي بين ن ه معلوم وقد كان ه ب ثلاثون مثلاً وثلثي مثل أ ص و ن ب اثنان وثلثون مثل أ ص فـ ه ن مثل وثلث مثل أ ص فيكون



أ ص مثل ثلاثة أرباع ن ه ثم يزيد على ما ألقيت من طول أ ص طول ص ب الذي هو مثل ه ر فيكون عمود أ ب معلوم، وكذلك يكون ه ب الذي هو البُعد معلوماً؛ لأنه ثلاثون مثل أ ص وثلثا مثله وهذه صورته.

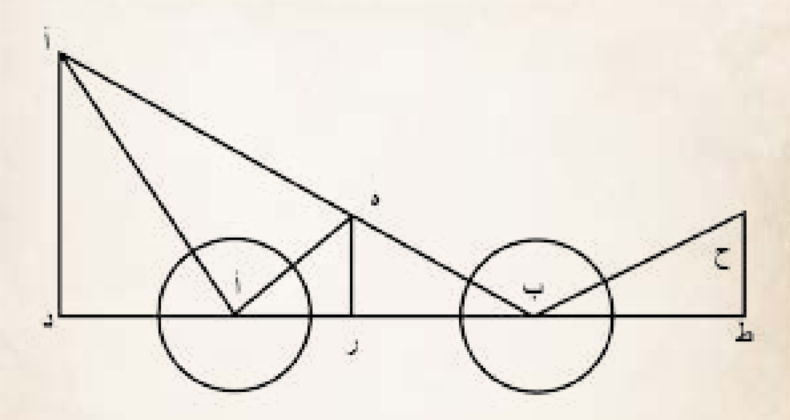


ومثال آخر لارتفاع عمود أ حـ صنماً كان أو عمود جبل أن تأخذ عوداً أزيد من قامتك بنحو الذراع وهو ب د ثم تزيد على القامة بخط ب ل وتقسم ب ل بنصفين على ه ثم تقيمه على نقطة د على زوايا قائمة على سطح الأفق وتقيم عند م في أرض مستوية عوداً على مقدار القامة طوله مثل ل د و هو م ح على زوايا قائمة موازياً لـ د ب ونرمي شعاع البصر من حـ حتى ينظم نقطتي ه أ ثم يُعلم ما نسبة م د الذي هو مثل ح ل إلى ه ل فكأنك قد ألقيته ثلاثين مثلاً وثلثي مثله /(ص 211ظ) فيُعلم أنّ ح ن الذي هو م حـ ثلاثون مثلاً وثلثا مثل أ ن ثم تتأخر على استقامة خط حـ م في أرض مستوية يعود م حـ ويقيم عند نقطة ك موازيا ل د حتى ينظم شعاع البصر من نقطة ط نقطتي ب أ فكأنّك قد قمت عند كـ ثم تعلم ما نسبة كـ د الذي هو مثل ط ل إلى ب ل فكأنك قد ألقيته اثنين وثلاثين مثله فيُعلم أنّ ط ن الذي هو مثل كـ ح اثنان وثلاثون مثل ن أ والذي يكون بين م و كـ معلوم، فيكون مثل وثلث مثل أ ن فيكون أ ن مثل ثلاثة أرباع م كـ يزيد عليه مثل ن حـ الذي هو مثل م حـ فيكون عمود أ حـ معلوماً ويكون عمود أ ن معلوماً، ويكون أ ن اثنان وثلاثون مثله إن شاء الله وهذه صورته.



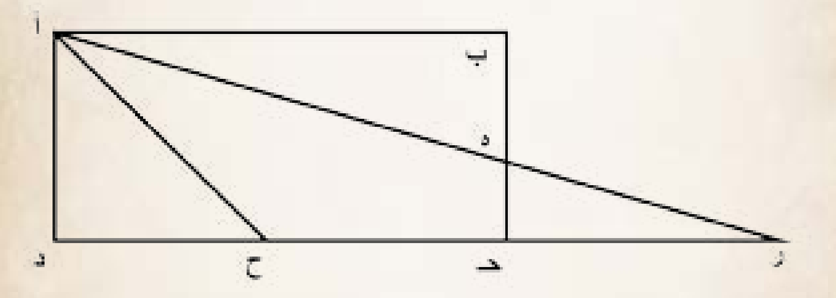
فإن كان الموضع الذي منه تقيس قريباً من الصنم أو عمود الجبل وضعت غضار بماء أو مرآة عند نقطة أ وتكون المرآة على موازاة سطح الأفق، فإن أُحْرِفَت عن الموازاة دخل القياس خطأ، ولذلك الغضار بالماء أقرب إلى الصواب ثم تتأخر في أرض مستوية حتى يُرى رأس الصنم أو رأس عمود الجبل الذي هو حـ في مرآة أ فكأنّك وقعت عند نقطة ر ورميت بشعاع البصر من نقطة ه إلى المرآة التي أ فوقع فيها على طرف عمود الجبل أو الصنم الذي هو حـ يحدث من شعاع البصر ومن قامتك ومن بعد قدميك عن المرآة ومن انعكاس شعاع البصر من المرآة إلى طرف عمود الجبل أو الصنم عند نقطة حـ ومن عمود الجبل أو الصنم ومن بُعد المرآة عن أصل عمود الجبل أو الصنم مثلثان متشابهان مثلث حـ د أ ومثلث ه ر أ ويكون نسبة ه ر إلى ر أ كنسبة حـ د الى د أ فكأنك ألقيت ر أ ثلثة أمثال وثلث مثل ه ر فكذلك يكون أ د ثلاثة أمثال مثل د حـ ثم تتأخر بالمرآة أو بالغضار في أرض مستوية ثلاثين ذراعاً أو نحوها ما شئت إلى نقطة ب فضع المرآة أو الغضارة عند نقطة ب ثم تتأخر حتى حتى ترى رأس الصنم الذي هو حـ في مرآة ب فكأنك وقفت عند نقطة ط فرميت بشعاع البصر من نقطة /(ص 212و) حتى رأيت نقطة حـ في مرآة فحدث مثلثان متشابهان مثلث حـ ر ب ومثلث ح د فتكون نسبة ح ط إلى ط ب كنسبة حـ د فكأنك ألقيت ط ب ثلاثة

أمثال ونصف ط حـ فكذلك يكون ب د ثلاثة أمثال ونصف مثل حـ د فما بين أ ب سدس ارتفاع عمود د د إن شاء اللّه.

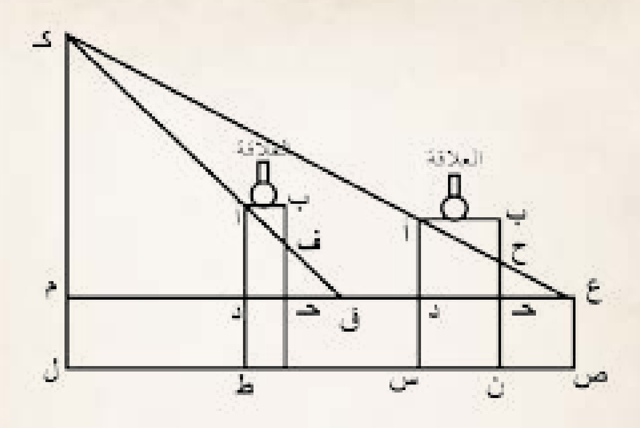


القول على مثال آلة لمعرفة ارتفاع جبل أو صنم أو غيرهما ومعرفة كمية بعده عن موضع القياس في خط مستقيم موازٍ لسطح الأفق يقاطع عمود الجبل على زوايا قائمة ومن قبل أن يذكر ذلك تقدما ما يحتاج إلى تقديمه فنقول: إن كل مربع قائم الزوايا يُخرج من زاوية من زواياه خط إلى أحد الخطين المحيطين بالزاوية التي تقابلها ثم يخرج ذلك الخط على استقامة ويخرج الخط الثاني من الخطين المحيطين بالزاوية القائمة حتى يلتقيا فإنه يحدث مثلثان متشابهان مثال ذلك أن مربع ب د أخرج من زاوية أ خط أ ه إلى خط ب حـ ثم أخرج على استقامة وأخرج خط د حـ على استقامة حتى التقيا على نقطة ر فأقول إن مثلث أ ب ه يشبه مثلث أ د ر برهان ذلك لأن زاويتي د ب قائمتان وأيضاً خط أ ر وقع على خطي أ د ب حـ المتوازيين تصير زاويتا المتبادلتان متساويتين وتبقى زاويتا أ ه ب ر أ د متساويين فيكون لذلك نسبة أ ب إلى ب ه كنسبة ر د إلى د أ ويكون مثلث أ د ر شبه المثلث المتوهم الذي يكون أحد أضلاعه عمود الجبل والثاني خط البعد، فإذا كان مثلث أ د ر شبه مثلث أ ب ه ونسبة المثلث المتوهم أ ب ه شبه المثلث

المتوهم المذكور، فإن مثلث أ ب ه شبه المثلث المتوهم وتكون نسبة أ ب إلى ب ه كنسبة خط البُعد إلى عمود الجبل من المثلث المتوهم، وإن وقع خط أ ر على خط د ح مثلاً على نقطة ح فإن نسبة حـ د إلى أ د كنسبة خط البُعد إلى خط عمود الجبل وهذه صورته.

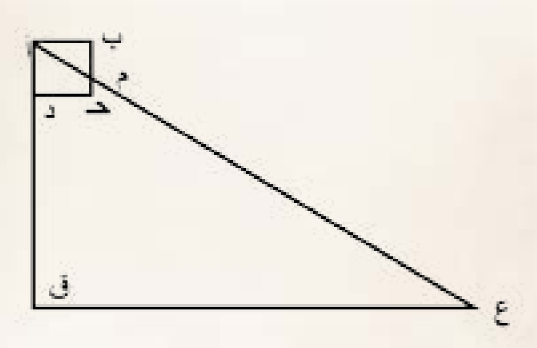


فإذ قد ذكرنا ما وجب تقديمه فلنذكر صنعة الآلة. نصنع مربعاً من أربعة أضلاع من شبه قائم الزوايا ذراع في ربع ذراع مثاله مربع أ ب حـ ر ضلع أ ب ذراع و حـ د الذي يقابله مثله وكل واحد من ضلعي أ حـ د ب ربع ذراع ونقسم خط حـ ر بمائة وعشرين قسماً /(ص 212ظ) ح ثلاثين قسماً مساوية لأقسام حـ د وتثقب عند نقطة أ تكون زاوية أ مركزاً لذلك، وتجعل الآلة علّاقة على خط أ ب ثم نعمل عضادة كعضادة الاسطرلاب عليها ه ح ر ويكون الخرقان اللذان نرمي عليها شعاع البصر معترضين ليكون ذلك أشد يمكن للنظر من أن يكون مدوّرين عليهما ه ر وتثقبها عند ح الذي يسمر منه في الصفيحة قريباً من طرفها ثم تسمر العضادة على الصفيحة وهذه صورتها.

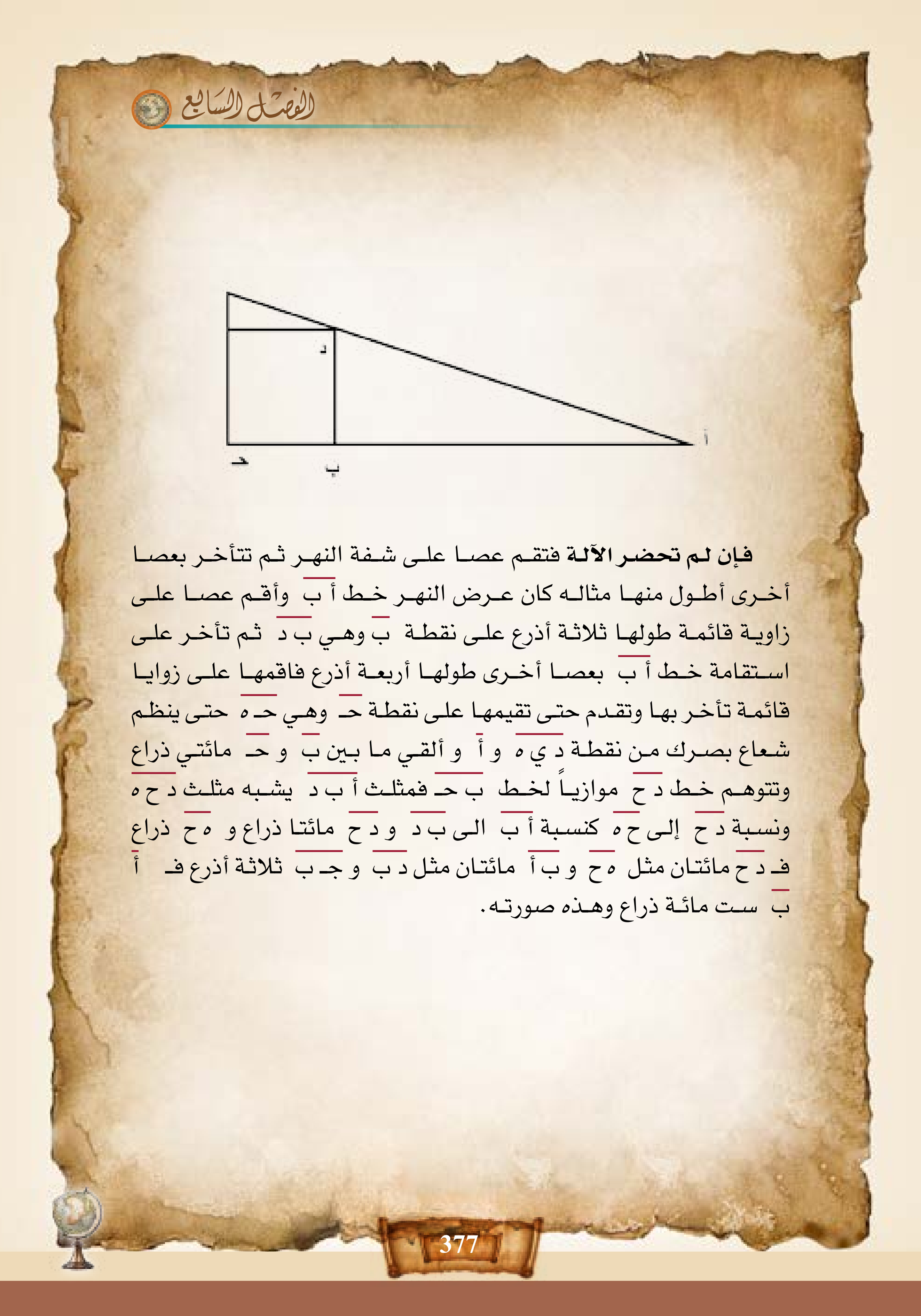


فإن أردنا معرفة ارتفاع جبل وبُعده عن موضع القياس، عُلّقت الآلة ويكون خط أ حـ مما يلي ما أُريدَ ارتفاعه ثم أدرت العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفي ه ر ورأس الجبل مثاله كان عمود الجبل خط كـ ل وقام عند نقطة ط وخط ل ط هو البُعد وعلّق الآلة وتوهم خط حـ د من الآلة ممتداً على استقامة إلى نقطة م من خط كـ ل موازياً لسطح الأفق ولخط ل ط وأدر العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفي ر ه من العضادة ونقطة كـ الذي هو طرف عمود الجبل وألق حرف العضادة قد وقع من خط ب حـ نقطة ف وألقي ب ف سبعة عشر جزءاً ونتوهم خط كـ ف الذي هو خط شعاع البصر خارجاً على استقامة والتقيا على نقطة ق فمثلث أ ب ف شبيه بمثلث ك ه ق لما ذكرنا قبل فيكون نسبة أ ب الذي هو مائة وعشرون إلى ب ف الذي هو سبعة عشر وذلك سبعة أمثاله ومثل جزء من سبعة عشر كنسبة ق م الذي هو البُعد إلى م كـ الذي هو عمود الجبل فرق سبعة أمثال م كـ وجزء من سبعة عشر وكذلك حـ ق سبعة أمثال ح ب ومثل جزء من سبعة عشر ثم تتأخر عن نقطة ط مثل خط د ق إلى س ثم تتأخر عن س ثلاث مائة ذراع إلى نقطة ن فتتوهم خط م ق يمتد إلى ع ثم تعمل بالآلة كما عملت

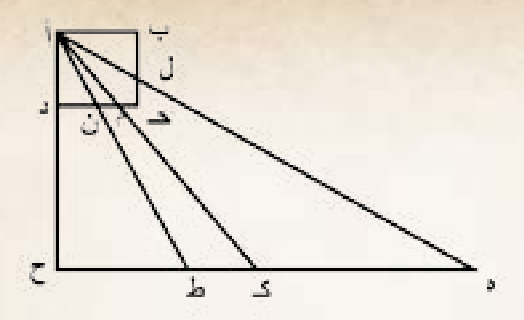
قبل وتلقى ب ح ستة عشر جزءاً وتتوهم خط ح الذي هو شعاع البصر خارجاً على استقامة وخط م ق خارجاً على استقامة والتقيا على نقطة ع و أ ب سبعة أمثال ونصف مثل ب ح فكذلك ع م سبعة أمثال م ك ونصف مثل وتجعل ن ص مثل د ع فصار ص ل سبعة أمثال ونصف مثل م ك فتسقط سبعة أمثال وجزءً من سبعة عشر من سبعة أمثال ونصف بقي سبعة أجزاء /(ص 213و) ونصف جزء من سبعة عشر وفق ع الذي هو ثلاثمائة ذراع سبعة أجزاء ونصف من سبعة عشر من م ك فم ك ستمائة ذراع واثنان وثمانون ذراعاً وكسر وهذه صورته.



معرفة مسافة عرض نهر أو غيره بالآلة. كان عرض النهر ع ق و القائم بالآلة خط أ ق و الآلة أ ب حـ ر وأدر العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفيها ونقطة ع وقع حرفها من خط ب حـ على نقطة م وألقي ما بين ب و م ثلاثة أجزاء فنسبة أ ب إلى ب م كنسبة ع ق إلى أ ق و أ ب أربعون مثل ب م فكذلك ع ف أربعون مثل أ ق إن شاء لله تعالى وهذه صورته.



فإن لم تحضر الآلة فتقم عصا على شفة النهر ثم تتأخر بعصا أخرى أطول منها مثاله كان عرض النهر خط أ ب وأقم عصا على زاوية قائمة طولها ثلاثة أذرع على نقطة ب وهي ب د ثم تأخر على استقامة خط أ ب بعصا أخرى طولها أربعة أذرع فاقمها على زوايا قائمة تأخر بها وتقدم حتى تقيمها على نقطة حـ وهي حـ ه حتى ينظم شعاع بصرك من نقطة د ي ه و أ و ألقي ما بين ب و حـ مائتي ذراع وتتوهم خط د ح موازياً لخط ب حـ فمثلث أ ب د يشبه مثلث د ح ه ونسبة د ح إلى ح ه كنسبة أ ب الى ب د و د ح مائتا ذراع و ه ح ذراع فـ د ح مائتان مثل ه ح و ب أ مائتان مثل د ب و جـ ب ثلاثة أذرع فـ أ ب ست مائة ذراع وهذه صورته.

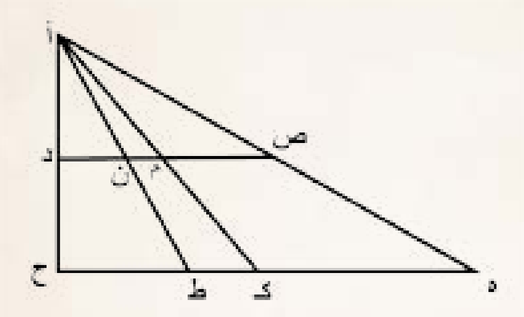


القول على معرفة ارتفاع جبل أو نحوه من أعلاه ومعرفة عرض نهر مسافة. .. (يوجد هنا نقص بسبب تجليد المخطوطة) **بالآلة.**

كان الارتفاع خط أحـ والآلة د حـ ب أ وعرض النهر أو المسافة كـ ط وهي أسفل عمود الارتفاع وبين ضفة النهر خط ح ط فتعلّم على استقامة خط ح كـ علامة ه وتجعل /(ص 213ظ) بين ه و كـ مائتي ذراع أو نحوها ما شاء، وتدير العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفيها ونقطة ه وتلقى حرف العضادة على نقطة ل من خط ب حـ وبين ب و ل أربعة وعشرون جزءاً فنسبة أ ب إلى ب ل كنسبة ه ح إلى ح أ و أب خمسة أمثال ب ل أف ه ح خمسة أمثال أ ح ثم تدير العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفيها ونقطة كـ يقع حرفها على نقطة م من خط حـ د و م د مائة وعشرة فنسبة م د إلى أ د كنسبة كـ ح إلى أ ح و م د ثلاثة أمثال أ د وثلثا مثل وكذلك كـ ح ثلاثة أمثال وثلثا مثل أ ح وقد كان ه ح خمسة أمثال أ ح ف ه كـ مثل و ثلث مثل أ ح و كـ ه مائتا ذراع ف ح مائة وخمسون وقد كان ه ح خمسة أمثال أ ح فخط ه حـ سبع مائة وخمسون و أ كـ مائتان أف كـ ح خمس مائة وخمسون ثم أدر العضادة حتى ينظم شعاع البصر حرفيها ونقطة ط ووقع حرفها على نقطة ن من خط حـ د وألقي ن د عشرة فنسبة ن د إلى أ د كنسبة ح ط إلى أ ح و و ن د ثلث أ د ف ح ط ثلث أ ح و و أ ح مائة وخمسون فثلثها خمسون وهو ح ط وقد كان كـ ح خمس مائة وخمسون تسقط

منها خمسين التي هي خط ط ح بقي كـ ط خمس مائة وذلك إذا لم يكن علم ح ط فإن فرض خط ط ح معلوماً علم منه كل ه ح و و كـ ط و و أ ح وذلك ما أردنا أن بين.

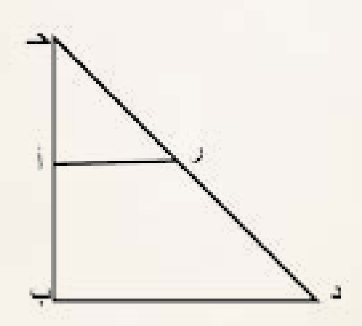
فإن عدمت الآلة فتقيم عصا طولها أربعة أذرع فكأنها خط أ د ونقسمها ثلاثين قسماً متساوية ثم نخرج عصا أخرى تقاطعها على زوايا قائمة وتخرجها حتى ينظم شعاع البصر طرفها ونقطة فيكون نسبة ما خرج من العضادة وذلك د ن إلى أ د كنسبة حـ ط إلى أ ح ثم تخرجها إلى نقطة م حتى ينظم شعاع البصر نقطة أ و م و كـ ثم تخرج خط كـ مائتي ذراع على استقامة خط ح ط وتخرج العصا إلى ص حتى ينظم شعاع البصر نقطة أ و ص و ه ثم تعلم ما نسبة ص د الى أ د فهي يكون نسبة ه د أ ح ثم تجري النسبة على ما تقدم يكون كل واحد من كـ ط و ط ح و ح أ معلوم من علم خط ه كـ على ما تقدم إن شاء الله وهذه صورته. /(ص 214و)



وكذلك إن علم خط ط ح علم نسبة سائرها إن شاء الله.

قول على معرفة عمق بئر. نقيم على شفيرها عصا طولها أربعة أذرع ويخرج من تحت رجليه عصا أخرى مثاله كان عمق البئر أ ب و العصاة القائمة أ حـ وقد أبرز عصاة أخرى معترضة على شفير البئر تقاطع حـ ب على زوايا قائمة و هي أ ر وقطر أعلى الماء في أسفل

البئر خط ب د وينظم شعاع البصر من نقطة حـ بنقطة حـ و و ر و د وألقي ر أ ذراع فقدر أ ر الى أ حـ الذي هو أربعة أذرع كقدر ب د الذي هو قطر البئر إلى ب حـ وقطر البئر خمسة أذرع يكون ب حـ عشرين ذراعاً نسقط منها أ حـ يبقى أ ب عمق البئر ستة عشر إن شاء الله وهذه صورته.



تمت مقالة أبي بكر بن أبي عابس رحمة الله في أخذ الأبعاد.

بحمد الله وعونه وصلى الله على سيد المرسلين محمد وآله.

وفرغت من كتابتها بدمشق في شعبان سنة 626هـ.

ذكر أبو بكر بن أبي عابس ﵀ أن من دار الصناعة بسبتة إلى جبل طارق ستة وستون مثل جبل طارق. وارتفاع جبل طارق ثمان مائة ذراع وثمان وأربعون ذراعاً فسعة البحر من دار الصناعة بسبعة الى حبل طارق خمسة وخمسون ألف ذراع وتسع مائة ذراع وثمانية وستون ذراعاً يكون ذلك من الأميال ثمانية عشر ميلاً وثلثا ميل بتقريب اثنين وثلثين ذراعاً ناقصة. /(ص 214ظ)

15.7 نصوص ياقوت الحموي (توفي 626هـ / 1229م)

1.15.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد المؤرخ والجغرافي ياقوت بن عبد الله الرومي الحموي، أبو عبد الله، شهاب الدين، من أئمة الجغرافيين العرب الموثوق برواياتهم، ومن علماء اللغة والأدب، أصله من بلاد الروم، أسر من بلاده صغيراً، وابتاعه ببغداد تاجر اسمه عسكر بن إبراهيم الحموي، فرباه وعلمه وشغله بالأسفار في متاجره، ثم أعتقه (سنة 596هـ) وأبعده، فعاش من نسخ الكتب بالأجرة. استقر به المقام في حلب في خانٍ إلى أن توفي. من أشهر مؤلفاته (معجم البلدان) و (إرشاد الأريب) ويعرف بمعجم الأدباء، وغيرها من المؤلفات (الزركلي، 1980م).

2.15.7 كروية الأرض

«واختلف القدماء في هيئة الأرض وشكلها، فذكر بعضهم أنها مبسوطة التسطيح في أربع جهات:

في المشرق والمغرب والجنوب والشمال، ومنهم من زعم أنها كهيئة الترس، ومنهم من زعم أنها كهيئة المائدة، ومنهم من زعم أنها كهيئة الطبل، وزعم بعضهم أنها شبيهة بنصف الكرة كهيئة القبة وأن السماء مركبة على أطرافها، وقال بعضهم: هي مستطيلة كالأسطوانة الحجرية أو العمود، وقال قوم: الأرض تهوي إلى ما لا نهاية له، والسماء ترتفع إلى ما لا نهاية له، وقال قوم: إن الذي يرى من دوران الكواكب إنما هو دور الأرض لا دور الفلك، وقال آخرون: إن بعض الأرض يمسك بعضا، وقال قوم: إنها في خلاء لا نهاية لذلك الخلاء.

وزعم أرسطاطاليس أن خارج العالم من الخلاء مقدار ما تتنفس السماء فيه، وكثير منهم يزعم أن دوران الفلك عليها يمسكها في المركز من جميع نواحيها. وأما المتكلمون فمختلفون أيضاً: زعم هشام ابن الحكم أن تحت الأرض جسماً من شأنه الارتفاع والعلو، كالنار والريح، وأنه المانع للأرض من الانحدار، وهو نفسه غير محتاج إلى ما يعمد، لأنه ليس مما ينحدر بل يطلب الارتفاع. وزعم أبو الهذيل: أن الله وقفها بلا عمد ولا علاقة، وقال بعضهم: إن الأرض ممزوجة من جسمين: ثقيل وخفيف، فالخفيف شأنه الصعود، والثقيل شأنه الهبوط، فيمنع كل واحد منهما صاحبه من الذهاب في جهته لتكافؤ تدافعهما. والذي يعتمد عليه جماهيرهم، أن الأرض مدورة كتدوير الكرة، موضوعة في جوف الفلك كالمحة في جوف البيضة، والنسيم حول الأرض جاذب لها من جميع جوانبها إلى الفلك، وبينه الخلق على الأرض، وأن النسيم جاذب لما في أبدانهم من الخفة، والأرض جاذبة لما في أبدانهم من الثقل، لأن الأرض بمنزلة حجر المغناطيس الذي يجتذب الحديد وما فيها من الحيوان، وغيره بمنزلة الحديد» (الحموي، 1995م).

«وأصلح ما رأيت في ذلك وأسده في رأيي، ما حكاه محمد بن أحمد الخوارزمي، قال: الأرض في وسط السماء، والوسط هو السفل بالحقيقة، والأرض مدورة بالكلية، مضرسة بالجزئية من جهة الجبال البارزة والوهدات الغائرة، ولا يخرجها ذلك من الكرية، إذا وقع الحس منها على الجملة، لأن مقادير الجبال، وإن شمخت، صغيرة بالقياس إلى كل الأرض، ألا ترى أن الكرة التي قطرها ذراع أو ذراعان إذا نتأ منها كالجاورسات وغار فيها أمثالها، لم يمنع ذلك من إجراء أحكام المدور عليها بالتقريب؟ ولولا هذا التضريس، لأحاط بها الماء من جميع الجوانب وغمرها حتى لم يكن يظهر منها شيء، فإن الماء وإن شارك الأرض في الثقل وفي الهوي نحو السفل، فإن بينهما في ذلك تفاضلاً يخف

به الماء بالإضافة إلى الأرض، ولهذا ترسب الأرض في الماء وتنزل الكدورة إلى القرار، فأما الماء فإنه لا يغوص في نفس الأرض، بل يسوخ فيما تخلخل منها واختلط بالهواء، والماء إذا اعتمد على الهواء المائي للتخلخل نزل فيها وخرج الهواء منها، كما ينزل القطر من السحاب فيه، ولما برز من سطح الأرض ما برز، جاز الماء إلى الأعماق، فصار بحاراً، وصار مجموع الماء والأرض كرة واحدة يحيط بها الهواء من جميع جهاتها، ثم احتدم من الهواء ما مس فلك القمر بسبب الحركة وانسحاج المتماسين، فهو إذا النار المحيطة بالهواء متصاغرة القدر في الفلك الى القطبين لتباطؤ الحركة فيما قرب منهما، وصورة ذلك، الصورة الأولى التي في الصفحة السابقة» (الحموي، 1995م).

16.7 نصوص سبط ابن الجوزي (توفي 654هـ / 1256م)

1.16.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد المؤرخ يوسف بن قزأوغلي (أو قزغلي) ابن عبد الله، أبو المظفر، شمس الدين، سبط أبي الفرج ابن الجوزي من الكتاب الوعاظ. ولد ونشأ ببغداد، ورباه جده. ثم انتقل إلى دمشق، فاستطاب له العيش فيها وبقي حتى توفي. من مؤلفاته: كتاب (مرآة الزمان في تاريخ الأعيان)، و(تذكرة خواص الأمة بذكر خصائص الأئمة) في ذكر الأئمة الاثني عشر، و (الجليس الصالح) في أخبار موسى بن أبي بكر بن أيوب صاحب دمشق. وغير ذلك من الأعمال (الزركلي، 1980م).

2.16.7 قياس محيط الأرض وقطرها

« فصل في مساحة الأرض، ومقدار طولها والعرض

قد أشار جماعة من المهندسين العلماء إلى مثل ذلك:

المأمون في (كتاب الجغرافيا) وهو كتابٌ ألفه بطليموس، وابن خُرّداذبه في كتاب (المسالك والممالك)، وابن حَوقل، وأبو معشر، وقد أشار أبو الحسين بن المنادي إلى طَرَفٍ من ذلك.

واختلفوا في مساحة الطول والعرض على أقوال:

أحدها: أن الأرض أربعة وعشرون ألف فرسخ، اثنا عشر ألفًا للسودان، وثمانية آلاف للروم، وثلاثة آلاف لفارس، وألف للعرب، حكاه جدّي رحمه الله في مصنفاته كالمنتخب وغيرِهِ عن قتادة.

والثاني: أنها مسيرة خمس مئة سنة منها ثلاث مئة عمران، ومئتان خراب، لا ساكنَ بها. قاله ابن مضرّب.

والقول الثالث: أن طولها أربع مئة سنة وعرضها مئتان. قاله مجاهد.

والرابع: أن طولها وعرضها مسيرة ثلاث مئة سنة، العمران مئة سنة، والخراب مئة سنة، والبحار مئة سنة. قاله حسَّان بن عطية.

والخامس: أنها ستة وثلاثون ألف فرسخ في مثلها، فالهند والسند اثنا عشر ألف فرسخ، وهم ولد حام بن نوح، والصين ثمانية آلاف فرسخ، وللروم عشرة آلاف، وللعرب أربعة آلاف، وفيما بين ذلك ألفان. قاله السدّي عن أشياخه.

والسادس: أنَّ مقدار الدنيا ألف فرسخ، ثلث هواء، وثلث بحار، وثلث للناس والدواب. قاله مغيث بن سُمَيٍّ.

وقال في (جغرافيا): الهند والصين والمشرق خمسون ألف فرسخ، ومن حدود الهند إلى العراق أربع مئة فرسخ، وعمل رُومِيَة الروم ثلاثة آلاف فرسخ. وقد ذكره الفزاري.

وقال مقاتل: ما العمارة في الخراب إلَّا مثل الفسطاطِ في الصحراء.

وقال أبو الحسين ابن المنادي: لا خلافَ أن الأرض على هيئة الكرة، وهي موضوعة في جوف الفلك كالمُحَّة في البيضة، والنسيمُ محيط بها كالبياض من المُحَّة، وهو جاذبٌ لها من جميع جوانبها، والأرضُ جاذبةٌ لما في الأبدان من الثقل، بمنزلة المغناطيس الذي يجذب الحديد، والفَلَك محيط بالنسيم كإحاطة القشرِ بالبياض، وهي مقسومة بنصفين، وبينهما خطُّ الاستواء، وهو من المشرِق إلى المغرب، وهو طول الأرض، وأما عرضها: فمن القطب الشمالي الذي يدور حوله بنات نعش، إلى القطب الجنوبي، وذلك ثلاث مئة وستون درجة، والدرجةُ خمسة وعشرون فرسخاً، والفرسخُ اثنا عشر ألف ذراع، وهو أربعة آلاف خطوة بخطوة البعير، وهو ثلاثةُ أَميال، والذراع أربعة وعشرون إصبعًا، والإصبع ستُّ شَعيرات، كلُّ شَعيرةٍ ستُّ شَعرات من شَعر البِرذَون، وهذا الذراع قدَّره المأمون بمحضر من المهندسين والحُسَّاب، وهو بين الطويل والقصير، دون ذراع البحار والذراع الهاشميّ، فعلى هذا التقدير يكون ما بين القطبين تسعة آلاف فرسخ.

وقد أشار إلى هذا ابن خرداذبه في كتاب (المسالك والممالك). وأشار في (جغرافيا) إلى هذا.

وقال ابن حوقل: (كتاب جغرافيا) ذَكَر فيه بطليموس طولَ الأرضِ وعرضها، وجبالها وبحارها وأنهارها، ومدنها، وجميع ما فيها، فنقله المأمون إلى العربية.

قال كعب الأحبار: وجدت في التوراة أن الدنيا مثلُ نسر، فالشامُ رأسه، والروم صدره، والمشرق والمغرب جناحاه، واليمن ذنبه، ولا يزال الناس بخير ما لم يفرغ الرأس، فإذا فرغ الرأس هلك الناس.

وقال ابن حوقل: ما بين يأجوج ومأجوج إلى ناحية البحر المحيط في الشمال براري وقفار، ليس فيها عمارة ولا نبات لشدة البرد بها، وسببه انحراف الشمس عن القطب الشمالي، وكذا ما بين المحيط والسودان براري لا شيء فيها لشدَّة الحرّ، وسببه ميل الشمس إلى ناحية الجنوب» (ابن الجوزي، 2013م).

17.7 نصوص مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م)

1.17.7 نبذة عن حياة المؤلف

ما نعرفه عن العالم الفلكي الدمشقي البارز مؤيد الدين العُرَضي (توفي 664هـ/ 1266م) سوى النذر اليسير. لكن طاش كبري زادة أخبرنا أنه كان من ضمن فريق الرصد المؤسس في مرصد مراغة أيام نصير الدين الطوسي في حدود سنة (657هـ/ 1259م). لكنه قبل ذلك كان يعمل مهندساً في دمشق، ويدرّس الهندسة الإقليدية. من أشهر مؤلفاته: (كتاب الهيئة)، و(رسالة في كيفية عمل آلات الرصد)، وغير ذلك (العرضي، 1995م).

2.17.7 كــروية الأرض

«وهو جسم كروي يقال له التراب والأرض وهو باردٌ يابسٌ كثيفٌ كمد وشكله بجملته كرة؛ فأما يبسه الذي جعل فيه وهو سبب لعسر قبول الأشكال وتركها فلأن الله تعالى لما أراد أن يكون عليه الحيوان والنبات جعله يابساً مضرّساً ليثبت على حاله ويحفظ شكله فلا تسيل أجزاؤه نحو المركز فتستوي أبعاد سطحه منه، فصار سطحه صحيح الاستدارة فيغمره الماء. وهذه التضاريس صغيرة القدر بالنسبة إلى

جملة الأرض فلا تكون مبطلة لكرويتها، وسنذكر ذلك فيما بعد.

وأمّا الثقيل المضاف فجسم كروي بارد رطب سيال يسرع لقبول الأشكال وتركها، وهو الماء. وثقله ليس في الغاية كالأول وفيه إشفاف. وموضعه الطبيعي – أعني الذي يقتضيه وزنه وثقله الذي هو دون ثقل الأرض- الإحاطة بالأرض إذ هو أخف منها. فلو كان سطح صحيح الاستدارة لغمره الماء. لكن لعدم استدارة سطح الأرض مال الماء بثقله وسال برطوبته من المواضع العالية لطلبه المركز إلى المواضع المستفلة الي هي أقرب إلى المركز واستقرّ فيها، وصار سطحه العالي صحيح الاستدارة لأن كل جزءٍ منه يطلب المركز، وأما سطوحه الباقية فتابعةٌ لمكانه الحاوي له، وأعني بسطحه العالي السطح الذي يلي المحيط؛ ولذلك تكون جميع الخطوط التي تخرج من مركز العالم إلى النقط التي تتعلم في السطح الأعلى من الماء متساوية؛ فأما الأرض فإنه قد يتعذر ذلك في بعض أجزاء سطحها لتفاوتها في القرب والبعد من المركز، وهذا التفاوت إذا نسب إلى نصف قطر الأرض يكون يسير القدر جداً» (العرضي، 1995م).

« فصل في كروية الأرض

ومما يدل على كروية الأرض في الحسّ أنّ الشمس والقمر والكواكب تطلع وتغرب على أهل المساكن الشرقية قبل طلوعها وغروبها على أهل المساكن الغربية المتساوية في العرض. ويعلم ذلك من الأرصاد الكسوفية ويظهر ظهوراً بينا من كسوفات القمر، لأنّ توسّط زمان الكسوف يكون في وقت واحد بعينه، وذلك عند تقابل النيرين، وقد أثبت في أوقات مختلفةٍ من الليل عند أهل المساكن الذين أطوال نهارهم الأطول متساوية ومساكنهم متباعدة في المشرق والمغرب، فأما الذين مساكنهم شرقية فوجدوه وقد مضى منذ غربت الشمس عنهم بساعات أكثر

من الساعات التي أثبته فيها القوم الذين مساكنهم غربية، فقد غابت عن المساكن الشرقية قبل غيبتها عن المساكن الغربية. وكذلك فقد كان طلوعها لتساوي النهار في هذين المسكنين.

وأيضاً فإنّا نجد أرباب الرصد الشرقيين قد أثبتوه في ساعات أكثر بُعداً من دائرة نصف النهار مما أثبته أرباب الرصد الغربيون، هذا على أن أيامهم مأخوذة مبادئها من نصف النهار، ونجد تفاوت الساعات بين الوقتين على نسبة البُعد الذي بين المسكنين بالتقريب، بشرط تساوي المسكنين في العرض، فلو كان سطحهما مستوياً لكان يُرى توسط الكسوف في جميع المساكن في وقت واحد من الليل. فيلزم من هذا أن يكون بسيط الأرض محدباً من المشرق إلى المغرب لأن ذلك جارٍ فيها مستمر في جميع المواضع على قياس واحد.

وأما تحدييه من الجنوب إلى الشمال فإن السائر متى سار مستقبلاً جهة القطب الظاهر فإنه يزداد ارتفاع القطب له وتظهر له كواكب بالقرب من الأبدية الظهور من التي كان لها طلوع وغروب فتصير أبدية الظهور، ويخفى عنه من الجهة المقابلة لهذه الجهة كواكب نظيرة لهذه فتصير أبدية الخفاء بعد أن كان لها طلوع وغروب، وذلك دليل على كروية سطح الأرض إذْ لو كان غير محدب لما وجد فيه شيء مما ذكرنا... وأما كروية الماء فإن السائر في البحر من أي النواحي وإلى أيها سار فإنه إذا قرب من البر يرى أولاً مع وجه الماء رؤوس الجبال أو المنار، ثم كلما قرب يرتفع له منها شيءٌ فشيءٌ إلى أن أوساطها ثم إلى أصولها، كأنها كانت غارقة في البحر وهي تظهر منه أولاً فأولاً. وامتحان ذلك بأن توقد فيها نيران بعضها أرفع من بعض فإن المسافرين في البحر بالليل لا يرون إلا أرفع النيران ثم يليها في الارتفاع حتى أنّ التي تكون أسفل الكل تكون آخرها رؤية. وهذا دليل على كروية الماء إذْ لو كان سطح الماء مستوياً لرُئيت جميعها دفعة واحدة»(العرضي، 1995م).

3.17.7 قياس محيط الأرض وقطرها

«وقد ذكروا أن المأمون لما رأى هذا المعنى في كتب الأوائل أمر بامتحانه فوجد أن الدرجة الواحدة – وهي جزء من (شس) جزءاً من الدائرة العظمى المحيطة بالأرض- ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل: كل ميل أربعة آلاف ذراع بالذراع السوداء، كل ذراع أربعة وعشرون إصبعاً، كل إصبع ستّ شعيرات بطون بعضها إلى ظهور بعض. وعند بعض العلماء أن الدرجة الواحدة ستة وستون ميلاً كل ميل ثلاثة آلاف ذراع. وعند بعض العلماء أن الدرجة الواحدة ستة وستون ميلاً كل ميل منها ثلاثة آلاف ذراع. وليس هذا الذراع <هو> الذراع الأول.

وكلما سار السائر نحو القطب الظاهر ستة وستين ميلاً وثلثي ميل ازداد ارتفاع القطب الظاهر له درجةً واحدة. وعلى هذا القياس لو سار أكثر ازداد له الارتفاع على النسبة المذكورة. وكذلك لو استدبر هذا القطب وسار نحو القطب الخفي لنقص ارتفاع القطب الظاهر على تلك النسبة.

وكل مسكنين كان أحدهما شرقي الآخر وكان عرضهما واحداً وبينهما من البُعد ألف ميل فإن الشمس تطلع على الشرقي منها قبل طلوعها على الغربي بساعة مستوية تقريباً، وكذلك تغيب عنهم»(العرضي، 1995م).

«فصل: في مساحة سطح الأرض وجرمها

وذلك بالميل الذي هو ثلاثة آلاف ذراع؛ كل ذراع منها أربعة وعشرون إصبعاً؛ كل إصبع منها ثمان شعيرات ملصق بطون بعضها إلى بعض.

ولما كان قد تبين لم تقدمنا أن السائر على الدائرة من الأرض

الموازية لدائرة نصف النهار كلما استقبل بسيره قطب العالم الظاهر فسار نحوه في أرض مستوية الاستدارة نحواً من ستةً وستين ميلاً وثلثي ميل، ازداد له ارتفاع القطب المقصود درجة واحدة. وان استدبره بسيره فسار على الدائرة المذكورة الأميال انحط له ارتفاع ذلك القطب درجة واحدة. ولما كان ارتفاع القطب إنما هو قوس من دائرة نصف النهار تنفصل فيما بين الأفق الحقيقي والقطب، وليس يلحق هذا الارتفاع شيءٌ من اختلاف المنظر، وذلك لصغر قدر الأرض عند كرة المعدل، فيكون الخطان الخارجان من مركز العالم إلى سمت رأس الراصدين في وقتي رصده قد فصلا من دائرة نصف النهار التي على الأرض فيما بين مقامي الراصد على طريق المسافة التي هي (سو) ميلاً وثلثا ميل قوساً شبيهة بالقوس التي زادها أحد الارتفاعين على الآخر. فكل جزء من دائرة عظيمة في كرة السماء يوازيه جزء من دائرة عظيمة في الأرض لأن مركزيهما واحد مشترك.

وأنه كلما سار سائر هذا القدر من الأميال مرة بعد أخرى ارتفع له القطب على النسبة المذكورة درجة بعد أخرى حتى أنه لو سار سائر ستة آلاف ميل مثلاً لارتفع له القطب تسعين جزءاً وحصل لكل جزء من هذا الربع ستة وستون ميلاً وثلثا ميل.

فإذا ضربنا أميال الدرجة الواحدة في ثلاثمائة وستين التي جملة الدور – وهو يحصل به- لحصل لنا محيط الدائرة المحيطة بالأرض من الأميال، فيكون (24000). فإذا ضربناها في سبعة وقسمنا الخارج على اثنين وعشرين خرج لنا قطر الأرض بهذه الأميال (7636 كب).

وحكى ابن الهيثم عن المهندسين في زمانه أن دور الأرض اثنان وعشرون ألف ميل؛ كل ميل أربعة آلاف ذراع بذراع اليد، وهذا الذراع الأول، وبينهما خلاف كثير يعسر تحقيقه عن امتحان برصد السائرين.

ولما بين أرشميدس أن مساحة الدائرة من ضرب نصف قطرها في

نصف محيطها، وبين أيضاً أن سطح الكرة مساوٍ لأربعة أمثال أعظم دائرة تقع فيها فيكون ضرب جميع قطر الأرض في أعظم دائرة تقع في كرتها مساوياً لجميع مساحة سطحها، فتكون مساحة جميع سطح الأرض بمربعات الميل المذكورة (183272800)، وتكون مساحة سطح أعظم دائرة في كرة الأرض (45818200)، وضرب ثلثي قطر الكرة، وهو في مثالنا هذا (5090 ند)، في مساحة سطح أعظم دوائرها مساوٍ لمساحة جرمها، فيكون جرم الأرض بما به مكعب الميل واحداً (233255874380).

ويمكن بمثل هذا الطريق استخراج مساحة كل واحد من الأجرام السماوية المقدم ذكرها بأن نضرب عدد أمثال ما في ذلك الجرم من كرة الأرض في هذا العدد، فيخرج عدة ما فيها من أمثال مكعب الميل»(العرضي، 1995م).

18.7 نصوص ابن خلكان (توفي 681هـ / 1282م)

1.18.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد المؤرخ الحجة أحمد بن محمد بن إبراهيم بن أبي بكر ابن خلكان البرمكي الإربلي، أبو العباس من أشهر مؤلفي كتب التراجم العربية. ولد في إربيل وتنقل بين مصر ودمشق متولياً القضاء فيهما. لكن استقر به المقام أخيراً في دمشق حتى توفي. أشهر مؤلفاته: كتاب (وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان) وهو في التراجم (الزركلي، 1980م).

2.18.7 قياس محيط الأرض وقطرها

فقال: «ومما اختصوا به في ملة الإسلام وأخرجوه من القوة إلى الفعل - وإن كان أرباب الأرصاد المتقدمون على الإسلام قد فعلوه، لكنه

لم يقل إن أحدا من أهل هذه الملة تصدى له وفعله، إلا هم - وهو أن المأمون كان مغرمٌ بعلوم الأوائل وتحقيقها، ورأى فيه أن دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، كل ثلاثة أميال فرسخ، فيكون المجموع ثمانية آلاف فرسخ، بحيث لو وضع طرف حبل على أي نقطة كانت من الأرض، وأدرنا الحبل على كرة الأرض حتى انتهينا بالطرف الآخر إلى ذلك الموضع من الأرض، والتقى طرفا الحبل، فإذا مسحنا ذلك الحبل كان طوله أربعة وعشرين ألف ميل.

فأراد المأمون أن يقف على حقيقة ذلك، فسأل بني موسى المذكورين عنه فقالوا: نعم، هذا قطعي. فقال: أريد منكم أن تعملوا الطريق الذي ذكره المتقدمون حتى نبصر هل يتحرر ذلك أم لا، فسألوا عن الأراضي المتساوية في أي البلاد هي فقيل لهم: صحراء سنجار في غاية الاستواء وكذلك وطأة الكوفة، فأخذوا معهم جماعة ممن يثق المأمون إلى أقوالهم، ويركن إلى معرفتهم بهذه الصناعة، وخرجوا إلى سنجار، وجاءوا إلى الصحراء المذكورة، فوقفوا في موضع منها وأخذوا ارتفاع القطب الشمالي ببعض الآلات، وضربوا في ذلك الموضع وتدا وربطوا فيه حبلا طويلا، ثم مشوا إلى جهة الشمال على الاستواء من غير انحراف إلى اليمين واليسار حسب الإمكان، فلما فرغ الحبل نصبوا في الأرض وتداً آخر وربطوا فيه حبلاً طويلاً، ومشوا إلى جهة الشمال أيضاً كفعلهم الأول؛ ولم يزل ذلك دأبهم، حتى انتهوا إلى موضع <الذي> أخذوا فيه ارتفاع القطب المذكور، فوجدوه قد زاد على الارتفاع الأول درجة، فمسحوا ذلك القدر الذي قدروه من الأرض بالحبل، فبلغ ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، فعلموا أن كل درجة من درج الفلك، يقابلها من سطح الأرض ستة وستون ميلاً وثلثان. ثم عادوا إلى الموضع الذي ضربوا فيه الوتد الأول وشدوا فيه حبلاً وتوجهوا إلى جهة الجنوب، ومشوا على الاستقامة، وعملوا كما عملوا في جهة الشمال: من نصب الأوتاد وشد

الحبال، حتى فرغت الحبال التي استعملوها في جهة الشمال، ثم أخذوا الارتفاع فوجدوا القطب الشمالي قد نقص عن ارتفاعه الأول درجة، فصح حسابهم وحققوا ما قصدوه من ذلك، وهذا إذا وقف عليه من له يد في علم الهيئة ظهر له حقيقته. ومن المعلوم أن عدد درج الفلك ثلاثمائة وستون درجة، لأن الفلك مقسوم باثني عشر برجاً، وكل برج ثلاثون درجة، فتكون الجملة ثلاثمائة وستين درجة، فضربوا عدد درج الفلك في ست وستين ميلا وثلثين - أي التي هي حصة كل درجة - فكانت الجملة أربعة وعشرين ألف ميل، وهي ثمانية آلاف فرسخ، وهذا محقق لا شك فيه، فلما عاد بنو موسى إلى المأمون وأخبروه بما صنعوا، وكان موفقاً لما رآه في الكتب القديمة من استخراج الأوائل، طلب تحقيق ذلك في موضع آخر، فسيرهم إلى أرض الكوفة وفعلوا كما فعلوا في سنجار، فتوافق الحسابان، فعلم المأمون صحة ما حرره القدماء في ذلك» (ابن خلكان، 1972م).

19.7 نصوص زكريا القزويني (توفي 682هـ/ 1283م)

1.19.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد زكريا بن محمد بن محمود، مؤرخاً وجغرافياً من القضاة، ولد بقزوين (بين رشت وطهران) وقد ارتحل إلى الشام والعراق، فولي قضاء واسط والحلة في أيام المستعصم العباسي، من أشهر مؤلفاته: كتاب (عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات) الذي ترجم إلى الفارسية والألمانية والتركية، وله أيضاً (آثار البلاد وأخبار العباد)، و(خطط مصر (الزركلي، 1980م).

2.19.7 كـــــروية الأرض

«النظر الخامس: في كرة الأرض

الأرض جسمٌ بسيطٌ طباعه أن يكون بارداً يابساً متحركاً إلى الوسط، زعموا أن شكل الأرض كرة، والقدر الخارج من الماء جذبته؛ لأن القوم اعتبروا خسوفاً واحداً فوجدوه في البلاد الشرقية والغربية مختلف الأوقات، فلو كان طلوع القمر وغروبه في وقت واحد بالنسبة إلى الأماكن لما اختلف، وإنما خلقت باردة يابسة للغلظ والتماسك؛ إذ لولا ذلك لما أمكن قرار الحيوان على ظهرها وجذوب المعادن والنبات في بطنها، وهي مركز الأفلاك واقفة في الوسط بإذن اللّه تعالى.

والماء محيط بها إلا القدر البارز الذي جعله اللّه تعالى مقرّاً للحيوان، وبعد الأرض من السماء من جميع جهاتها متساوية، وليس شيء من مظاهر سطح الأرض أسفل كما توهم كثير من الناس، ممن ليس له بالهيئة والهندسة.

ثم إن الإنسان في أي موضع وقف على سطح الأرض فرأسه أبداً مما يلي السماء، ورجله أبداً مما يلي الأرض، وهو يرى من السماء نصفها، وإذا انتقل إلى موضع آخر ظهر له من السماء بقدر ما خفي من الجانب الآخر تسعة وعشرين فرسخاً درجة.

والبحر المحيط الأعظم أحاط بأكثر وجه الأرض، والمكشوف منها قليل على مثال بيضة غائصة في الماء، وانكشف بعضها، وعلى المنكشف منها: الجبال والتلال والوهاد، ولها: منافذ وخلجان وأنهار وبطائح وآجام وغدران، وما فيها قيد شبر إلا وهناك معدن أو نبات أو حيوان، ولا يعلم تفصيلها إلا اللّه ﴿وَمَا تَسْقُطُ مِن وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٍ فِي ظُلُمَاتِ الْأَرْضِ وَلَا رَطْبٍ وَلَا يَابِسٍ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ﴾ (سورة الأنعام، الآية 59).

فصل: في اختلاف آراء القدماء في هيئة الأرض

قال بعضهم: إنها مبسوطة التسطيح في أربع جهات: المشرق والمغرب والجنوب والشمال.

وقال بعضهم: هي كشكل الترس، ومنهم من زعم أنها كهيئة الطبل، وذهب آخرون أنها كنصف الكرة، والذي يعتمد عليه جماهيرهم أن الأرض مدورة كالكرة موضوعة من جوف الفلك كالمحة في جوف البيضة، وأنها في الوسط على مقدار واحد من جميع الجوانب.

ومن القدماء من أصحاب فيثاغورس من قال: الأرض متحركة دائماً على الاستدارة، والذي نرى من دوران الفلك إنما هو دور الأرض لا دور الكواكب.

وقال بعضهم: إنها واقعة في الوسط على مقدار واحد من كل جانب، والفلك بها من كل وجه؛ فلذلك لا تميل إلى ناحية من الفلك دون ناحية؛ لأن قوة الأجزاء متكافئة مثل ذلك (حجر المغناطيس(الذي يجذب الحديد؛ لأن في طبع الفلك أن يجتذب الأرض، وقد استوى الجذب من جميع الجهات؛ فوقعت في الوسط، ومنهم من قال: إنها مدورة واقفة في الوسط، وسببه دوران الفلك وسرعة حركته ودفعه إياها من كل جهة إلى الوسط، كما أنه لو جعل تراب أو حجر في قارورة مدورة وأديرت في الخرط بقوة قام التراب أو الحجر في الوسط، والله الموفق» (القزويني، 2006م).

20.7 نصوص عضد الدين الإيجي (توفي 756هـ/ 1355م)

1.20.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد عبد الرحمن بن أحمد بن عبد الغفار، أبو الفضل، عضد الدين الإيجي من علماء الأصول والمعاني والعربية. وهو من أهل إيج (بفارس) ولي القضاء، وحدثت له محنة مع صاحب كرمان، فحبسه بالقلعة، وبقي فيها حتى توفي مسجوناً، من مؤلفاته: (المواقف) في علم الكلام، و (العقائد العضدية) و (الرسالة العضدية) في علم الوضع، و (جواهر الكلام) مختصر المواقف، وغير ذلك (الزركلي، 1980م).

2.20.7 كـــــروية الأرض

«زعموا أن الأرض كروية أمّا في الطول فلأن البلاد كلما كانت أقرب إلى الغرب كان طلوع الشمس عليها متأخراً بنسبة واحدة ولا يعقل ذلك إلا في الكرة وإنما قلنا بذلك لأنا لما رصدنا خسوفاً بعينه في وقت من الليل وجدناه في بلاد شرقية مثلاً آخر الليل وفي بلاد غربية عنها بمسافة معينة قبله بساعة وفي بلاد غربية عنها بتلك المسافة بعينها قبل الأول بساعتين وقبل الثاني بساعة وعلى هذا فعلمنا أن طلوعها على الغربية متأخر. وأما في العرض فلأن السالك في الشمال كلما أوغل فيه ازداد القطب ارتفاعاً عليه حتى يصير بحيث يراه قريباً من سمت رأسه ولذلك تظهر له الكواكب الشمالية وتخفى عنه الجنوبية، والسالك في الجنوب بالعكس من ذلك وأما فيما بينهما فلتركب الأمرين وأورد عليهم الاختلاف الذي في سطحها فأجابوا بأنه كتضاريس صغيرة على كرة كبيرة فلا يقدح في أصل الكروية فإن أعظم جبل على وجه الأرض نسبته إليها كخمس سبع عرض شعيرة على كرة قطرها ذراع والاعتراض هبّ أن ما ذكرتم كذلك فما قولكم فيما هو مغمور بالماء.

فإن قيل إذا كان الظاهر كروياً فالباقي كذلك لأنها طبيعة واحدة؛ قلنا فالمرجع إلى البساطة واقتضائها الكرة ويمنعها التضاريس وإن لم تظهر للحسّ.

المقصد الثاني: زعموا أن الأرض كروية أما في الطول أي فيما بين المشرق والمغرب فلأن البلاد المتوافقة في العرض أو التي لا عرض لها كلما كانت أقرب إلى الغرب كان طلوع الشمس وسائر الكواكب عليها متأخراً بنسبة واحدة وكذا الحال في الغروب ولا يعقل ذلك التأخر في الطلوع والغروب بتلك النسبة إلا في الكرة وإنما قلنا بذلك التأخر لأنا لما رصدنا خسوفاً بعينه في وقت من الليل وجدناه في بلاد شرقية مثلاً آخر الليل ووجدناه في بلاد غربية عنها أي عن البلاد الأولى بمسافة معينة هي ألف ميل قبله أي قبل آخر الليل بساعة ووجدناه في بلاد أخرى غريبة عنها أي عن البلاد الثانية بتلك المسافة بعينها قبل الأول بساعتين وقبل الثاني بساعة والحاصل أنه يوجد في هذه البلاد الأخرى قبل آخر الليل بساعتين وعلى هذا القياس فعلمنا أن طلوعها -أي طلوع الشمس- على الغربية متأخر بنسبة واحدة لأن الخسوف المعين كان في البلاد الأولى عند طلوع الشمس وفي الثانية قبله بساعة وفي الثالثة قبله بساعتين وأما في العرض أي فيما بين الشمال والجنوب فلأن السالك في الشمال كلما أوغل فيه ازداد القطب ارتفاعاً عليه بحسب إيغاله فيه على نسبة واحدة حتى يصير بحيث يراه قريباً من سمت رأسه ولذلك تظهر له الكواكب الشمالية التي كانت مختفية عنه وتخفى عنه الكواكب الجنوبية التي كانت ظاهرة عليه والسالك الواغل في الجنوب بالعكس من ذلك وأما فيما بينهما أي بين الطول والعرض فلتركب الأمرين فإن السالك فيما بين المشرق والشمال يتقدم عليه الطلوع بمقدار قربه من المشرق ويزداد ارتفاع القطب عليه بمقدار وغوله في الشمال وقس على هذا حال السالك فيما بين المغرب والشمال وحال السالك في السمتين المقابلين لهما وأورد عليهم الاختلاف الذي في سطحها فأجابوا عنه بأنه

كتضاريس صغيرة على كرة كبيرة فلا يقدح في أصل الكرية الحسية المعلومة بما ذكر فإن أعظم جبل على وجه الأرض نسبته إليها كخمس سبع عرض شعيرة على كرة قطرها ذراع والصحيح كما مر أن يقال فإن جبل يرتفع نصف فرسخ إلى آخره أو يحذف لفظ الخمس والاعتراض على هذا الجواب أن يقال هبّ أن ما ذكرتم كذلك فما قولكم فيما هو مغمور بالماء إذ لا يتأتى فيه ذلك.

فإن قيل إذا كان الظاهر كروياً فالباقي كذلك لأنها طبيعة واحدة قلنا فالمرجع حينئذ إلى البساطة واقتضائها الكرة الحقيقية ولا شك أنه يمنعها التضاريس وإن لم تظهر تلك التضاريس للحس بسبب كونها في غاية الصغر واعلم أن أرباب التعاليم يكتفون بالكرية الحسية في السطح الظاهر من الأرض والماء فلا يتجه عليهم السؤال عن المغمور ولا يليق بهم الجواب بالرجوع إلى البساطة» (الإيجي، 1997م).

«والماء كروي لوجوه:

- الأول أن السائر في البحر يرى رأس الجبل قبل أسفله وما هو إلا لستر تقبيب الماء له لا يقال الماء شفاف فلا يستره لأنا نقول ذلك في الماء البسيط وهذا يخالطه من الأرضية ولذلك ملوحته.
- الثاني الماء المرمي إلى فوق يعود كروياً وإنما يتم ذلك إذا بين كونه كرة حقيقية والحس"لا يعتمد عليه في مثله وإن ذلك لطبعه لا لمصادمة الهواء أو بدحرجة في الطريق أو بسبب آخر ثم أنهم يزعمون أن الماء أينما كان فهو قطعة من كرة مركزها مركز العالم الذي هو المركز الطبيعي للماء وعليه بنو حكاية الطاس في قلة الجبل وقعر البئر كما سبق وهذا لا يعطيه.

- الثالث مثل ما تقدم في الأرض من طلوع الكواكب وظهور القطب والكواكب.

المقصد الثالث: قالوا والماء أيضاً كروي لوجوه ثلاثة:

- الأول أن السائر في البحر يرى رأس الجبل قبل أسفله يعني أنه يظهر عليه رأس الجبل أولاً ثم ما يليه شيئاً فشيئاً إلى أسفله كأنه يطلع من الماء متدرجاً على نسبة واحدة وما هو إلا لستر تقبيب الماء على هيئة حدبة الاستدارة له عن الرؤية لا يقال الماء شفاف لا لون له فلا يستره كالهواء لأنا نقول ذلك الذي ذكرتموه إنما هو في الماء البسيط الصرف وهذا الماء الساتر يخالطه أجزاء من الأرضية ولذلك ملوحته فله لون ماء كسائر المياه المرئية لنا.

- الوجه الثاني الماء المرمي إلى فوق يعود كروياً وكذلك الماء المصبوب على تراب لطيف جداً فإن قطراته تتشكل بشكل الكرة فدلّ على أن طبيعته تقتضي الكروية، وإنما يتم ذلك إذا بين كونه كرة حقيقة والحسّ لا يعتمد عليه في مثله وبين أيضاً أن ذلك لطبعه لا لمصادمة الهواء إياه من جوانبه أو بدحرجة في الطريق أو بسبب آخر لا نعلمه ثم أنهم أي المتمسكين بالوجه الثاني وهم الطبيعيون يزعمون أن الماء أينما كان فهو قطعة من كرة الماء مركزها مركز العالم الذي هو المركز الطبيعي للماء، وعليه بنوا حكاية الطاس في قلة الجبل وقعر البئر كما سبق وهذا المبني عليه لا يقطعه أي لا يفيد الفرع الذي بنوه عليه لجواز أن يكون هناك مانع يمنع الماء في الطاس عن مقتضى طبعه الذي هو الاستدارة.

- الوجه الثالث مثل ما تقدم في الأرض من تقدم طلوع الكواكب وظهور القطب وارتفاعه وظهور الكواكب واختفائه» (الإيجي، 1997م).

21.7 نصوص سعد الدين التفتازاني (توفي 793هـ/ 1390م)

1.21.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعد العالم مسعود بن عمر بن عبد الله التفتازاني، سعد الدين من أئمة العربية والبيان والمنطق. ولد بتفتازان (من بلاد خراسان) وأقام بسرخس، لكن تيمورلنك أبعده إلى سمرقند، فبقي فيها حتى توفي. من مؤلفاته: (تهذيب المنطق) و(المطول) في البلاغة، و(المختصر) اختصر به شرح تلخيص المفتاح، و (مقاصد الطالبين) في الكلام. وغير ذلك (الزركلي، 1980م).

2.21.7 كـــــروية الأرض

«قد اتفق المحققون على أن العناصر كلها كرية الشكل وأن الأرض في الوسط بمعنى أن وضعها من السماء كمركز الكرة عند محيطها، وأنها لا تتحرك لا من المركز ولا إليه ولا عليه واستدلوا على ذلك بحسب النظر التعليمي بأدلة مذكورة في كتب الهيئة تفيد الآنية وبحسب النظر الطبيعي بما يفيد اللّمية (وفق المنطق الرياضي الصوري فإن الفرق بين البراهين الآنية والبراهين اللمية هو أن البراهين اللمية تنتقل من العلة للمعلول، أما البراهين الآنية فهي التي تنتقل من المعلول الى العلة) على ما ذكر في علم السماء والعالم مثل أن جميع العناصر بل الفلكيات بسائط والشكل الطبيعي للبسيط هو الكرة، لأن مقتضى الطبيعة الواحدة لا يختلف وأن الأرض ثقيلٌ مطلق فتكون تحت الكل وهو ما يلي مركز محدد الجهات وإذا كانت في حيزها الطبيعي لم تتحرك عنه ولا إليه.

وإن في الأرض مبدأ ميل مستقيم على ما يرى في أجزائها فلا يكون فيها مبدأ ميل مستدير لتضاد الميلين فلا تتحرك على المركز كما ذهب إليه البعض من أن ما يظهر من الطلوع والغروب بالحركة اليومية مستند

إلى حركة الأرض على مركزها حركة وضعية من المغرب إلى المشرق والكل ضعيف لأنها لا يفيد كونها كذلك في الوجود لأن مقتضى الطبع قد يزول بالقاسر فيجوز أن لا يبقى على الكرية ولا في الوسط وتتحرك على الاستدارة لا بالطبع كالفلك، وأما الأدلة التعليمية فكثيرة مذكورة في موضعها بما عليها من الإشكالات مثل استدلالهم على كرية الماء بأنه لو لم يكن كروياً ساتراً بتقبيبه لأسافل الجبل الشامخ على ساحل البحر لظهر الجبل كله دفعة للسائر في البحر وليس كذلك لأنه يظهر له رأس الجبل أولا ثم ما تحته قليلاً قليلاً، ويتحقق ذلك بأن توقد نيران على مواضع مختلفة من أعلى الجبل إلى أسفله ومثل استدلالهم على كون الأرض في الوسط بأنها لو لم تكن كذلك لزم أن يرى الكوكب في بعض البقاع أصغر لبعده عن السماء وفي البعض أكبر لقربه منها والواقع بخلافه.

ومثل استدلالهم على كروية الأرض بأنه لو كان امتدادها الطولي أعني ما بين المشرق والمغرب على استقامة لكان طلوع الكواكب على سكانها وكذا غروبها عنهم في آن واحد وعلى تقعير لكان الطلوع على المغربيين قبله على المشرقيين في مساكن متفقة العرض وكذا الغروب فيها ليس كذلك بل الطلوع والغروب للمشرقيين قبلهما للمغربيين بحكم أرصاد الحوادث الفلكية من الخسوفات القمرية وغيرها فإن أوساطها إنما تتفق في آن واحد لا محالة وهي مختلفة بالنسبة إلى أول الليل حتى لو كانت للمغربي بعد مضي ساعتين كانت للمشرقي بعد مضي ثلاث ساعات أن كان ما بين نصفي نهاريهما خمس عشرة درجة وبين مسكنيهما المتفقي العرض ألف ميل وعلى هذا النسق يتعين التحديب ولو كان الامتداد العرضي أعني ما بين الجنوب والشمال على استقامة لبقي ارتفاع أحد القطبين وانحطاط الآخر على حاله بالنسبة إلى السائر كم سار أو على تقعير لانتقص ارتفاع القطب الظاهر وانحطاط الآخر بالنسبة إلى السائر إلى جهة القطب الظاهر وبالعكس للسائر إلى جهة القطب الخفي والوجود بخلاف ذلك إذ يزداد ارتفاع القطب الشمالي وانحطاط الجنوبي للواغلين في الشمال وبالعكس

للواغلين في الجنوب بحسب وغولهما فتعين التحديب في هذين الامتدادين وكذا في سائر الامتدادات التي في سموت بين السمتين لتركب الاختلافين حسب ما يقتضيه التحديب دون الاستقامة أو التقعير وإذا ثبت استدارة القدر المكشوف حدس منه أن الباقي كذلك واعترض بأنه يجوز أن يكون وجود الأمور المذكورة على النهج المذكور مبنياً على سبب آخر غير الاستدارة والتوسط، وحاصله أن ما ذكرتم استدلال بوجود المسبب على وجود سبب معين ولا يتم إلا إذا بين انتفاء سبب آخر ولو سلم فما ذكر لا يفيد إلا الاستدارة والتوسط بحسب الحس دون الحقيقة ولا محيص إلا بالرجوع إلى أن ذلك تحدس كما في استضاءة القمر بالشمس» (التفتازاني، 1998م).

22.7 نصوص قاضي زاده الرومي (توفي بعد 840هـ/ 1437م)

1.22.7 نبذة عن حياة المؤلف

صلاح الدين موسى بن محمد بن محمود المعروف بقاضي زاده الرومي. وهو عالم بالرياضيات والفلك والحكمة، من أهل بروسة (بتركيا)، وقد سافر إلى خراسان وما وراء النهر، وكان في شيراز سنة 811 هـ وفي سمرقند سنة 815هـ. وقد طلب الأمير (ألغ بك) من غياث الدين جمشيد بإنشاء مرصد في سمرقند لكن الأجل عاجله قبل إتمامه، فتولاه قاضي زاده، من مؤلفاته: (شرح التذكرة) في الفلك، و(شرح أشكال التأسيس للسمرقندي) في الهندسة، و(حاشية على شرح الهداية) في الحكمة الطبيعية، و(شرح الملخص في الهيئة) (الزركلي، 1980م).

2.22.7 نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض

رسالة حول نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض كنسبة سبع عرض شعيرة إلى ذراع

جاء عنوان هذه الرسالة في فهرس مخطوطات مكتبة لا له لي رقم (2126) هكذا (رسالة الشعيرية في بيان مقدار ارتفاع أعظم الجبال)، وفي ترويسة النسخة الثانية (رسالة المسألة المشهورة وهي نسبة كرة قطرها مقدار ارتفاع أعظم الجبال)، رقم (3743).

والرسالة في الأصل شرح لنص لعالم الفلك والرياضيات محمود الجغميني (توفي 618هـ؟ /1221م)، موجود في كتاب (الملخص) في علم الهيئة.

حققنا هذه الرسالة على ثلاث نسخ، وقد اعتمدنا نسخة لا له لي كنسخة أم.

رموز النسخ:

- نسخة لا له لي: (ي)
- نسخة أسعد أفندي الأولى بإستنبول، رقم (3561): (س1)
- نسخة أسعد أفندي الثانية، رقم (3778): (س2)



(الشكل **9.7**) الصفحة الأولى والأخيرة من الرسالة من مكتبة لا له لي، بإستنبول، رقم (2126)



(الشكل **10.7**) الصفحة الأولى والأخيرة من الرسالة من نسخة مكتبة أسعد أفندي الأولى، بإستنبول، رقم (3561)



(الشكل 11.7) الصفحة الأولى والأخيرة من الرسالة من نسخة مكتبة أسعد أفندي الثانية، بإستنبول، رقم (3778)

بسم الله الرحمن الرحيم

ومنك العون يا كريم (ي – ومنك العون والمدد)

أقول لما كان حلّ كون كل (س2 + كل) نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض كنسبة سبع عرض (س2: أرض) شعيرة (س1: شعرة) إلى ذراع، على ما حققه قدوة المتقدمين وأسوة المتأخرين الفاضل المشتهر بقاضي زادة الرومي طاب ثراه، وراض مثواه، من أعضل المعضلات، وأصعب المغلقات، بحيث لم يحم حوله إلا واحد بعد واحد، ولم يفد (ي، س2: يقر) مورده إلا وارد بعد وارد. ولم أر آخذه (س2: أخذ) إلا كباسطٍ كفيه إلى الماء ليبلغ فاه وما هو ببالغيه. أشار إليّ من امتثال أوامره كان من الواجبات، ومخالفته في الأمور الممكنة من قبل الممتنعات، أنْ اشتغل بحله بقدر الوسّع والإمكان، فقلت بشراي (س1: شران) إنّ هذا عين (ي: يدعني) /(ص 52ظ) نظر وإحسان، وشرعت فيه بعون الملك المنان.

قال رحمه الله (ي: قال رة): إذْ نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض كنسبة سُبع عرض شعيرة إلى ذراع، وهو -أي الذراع- أربعةٌ وعشرون إصبعاً كما اعتبره المتأخرون. وذلك لأنهم ذكروا أن قطر الأرض وهو الخط المستقيم المارّ بمركزها الواصل في الطرفين على (س2: أي) محيطها على ما وجده المتقدمون ألفان وخمسمائة وخمسة وأربعون <2545> فرسخاً، وهو ثلاثة أميال بالاتفاق، وذراعان (ي: ذرعان. | س2: ذعان) الميل أربعة آلاف، كل ذراع أربعة وعشرون إصبعاً عند المتأخرين. كما ذكره، وثلاثة آلاف، كل ذراع اثنان وثلاثون إصبعاً عند المتقدمين كما سنذكره (ي: سيذكره)، وعلى التقديرين الميل ستة وتسعون ألف إصبع.

وقال تقريباً لأن القطر/ (ص 53و) زائد على المقدار المذكور بكسير (س1، س2: بكثير) غير ملتفت إليه لكونه أقل من النصف أي بعشرة أجزاءٍ من أجزاء الفرسخ إذا قُسّم على اثنين وعشرين جزءاً (هامش ي:

لبيان أن هذا الحكم تقرير منه قد قام بتحقيق مقدار محيط الأرض وقطرها قوم كثير ومنهم طائفة من الحكماء على عهد المأمون، حضروا بأمره برية سنجار وأخذوا في موضع منها ارتفاع القطب ثم افترقوا فرقتين؛ فسارت إحديهما نحو القطب الشمالي والأخرى نحو القطب الجنوبي إلى أن ارتفع <نجم> القطب للفرقة الأولى جزء والخط للثانية جزء، وحصلوا بهذا الطريق مقدار الجزء الواحد من ثلاثمائة وستين من محيط الدائرة التي ساروا عليها في الجهتين، وهي دائرة عظيمة موازية لدائرة نصف النهار إن <كانت> واقعة في سطحها، فوجدوا اثنين وعشرين فرسخاً وشعر فرسخ).

بيان ذلك أن <الدوائر> العظام المرسومة (ي: الموهومة) على الأرض <تكون> موازية للعظام الفلكية منقسمة بانقسامها إلى ثلاثمائة وستين قسماً متساوية يسمّى كل قسم منها جزءاً أو (ي، س2: و) درجة. وقد وجد المتقدمون من مساحة بريّة سنجار حصة درجة منها ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، أي اثنين (ي: اثني) وعشرين فرسخاً وتسعين فرسخ، فضربناها (هامش ي، س2: يعني إذا ضُرب الفراسخ مع الكسير في ثلاثمائة وستين حصل مقدار محيط الدائرة العظمى من الأرض، وهي ثمانية آلاف فرسخ، وإذا قُسّم هذا المبلغ على ثلاثة وسبع حصل مقدار قطرها ألفين وخمسمائة وأربعين فرسخاً بالتقريب تدبر (س-2 تدبر)) في ثلاثمائة وستين فبلغ محيط <الدائرة> العظيمة الأرضية (س2: فبلغ المحيط الأرضية) ثمانية آلاف فرسخ.

وقد بين أرشميدس أن نسبة المحيط إلى القطر نسبة اثنين وعشرين إلى سبعة، أي ثلاثة أمثال القطر ومثل سُبْعِهِ أيضاً، فإذا فُرض قطره واحداً كان محيطه (س2: محيط) ثلاثة وسُبع واحد/(ص 53ظ)، وإذا بُسط الواحد والثلاثة أسباعاً كان نسبة القطر إلى المحيط نسبة سبع إلى اثنين وعشرين فضربنا ثمانية آلاف في سبعة وقسمنا الحاصل وهو ستة وخمسون ألفاً على اثنين وعشرين خرج ألفان وخمسمائة وخمسة

وأربعون وعشرة أجزاء من اثنين وعشرين. ولم يعتبروا تلك الأجزاء لأنّ من دأب الحُسّاب أن يعدوا النصف وما فوقه واحداً ويسقطوا (س1: يسقطون) ما تحته.

وذكروا أيضاً أنّ ارتفاع أعظم الجبال فرسخان وثلث فرسخ وهو - أي هذا القدر من الارتفاع- خمسة أمثال لنصف فرسخ. وقال تقريباً إذا الفرسخان وثلث فرسخ أقل من المقدار المذكور بسدس (س1: سدس) فرسخ وهو (ظ) وقد بيّن في موضعه أيضاً، وقد (ي + وقد) عرفت أنهم يعتبرون النصف وما فوقه،/(ص 54و) ثم بيّنوا أن نسبة نصف فرسخ إلى قطر الأرض كنسبة (ي - كنسبة) خُمس سبع عرض شعيرة إلى ذراع، بأن قسّموا عدد ضعف فراسخ القطر والتضعيف للتسهيل، وهو أن ضعفها خمسة آلاف وتسعون إلى عدد شعيرات الذراع وهو مائة وأربعة وأربعون إذا الإصبع (س1: لإصبع) ستة شعيرات معتدلة مضمومة بطون بعضها إلى ظهور بعض، ويحصل من ضرب أربعة وعشرين عدد أصابع الذراع في ستة عدد شعيرات الإصبع مائة وأربعة وأربعون، فخرج من القسمة لكل شعيرة خمسة وثلاثون، وإنما قال بالتقريب بناءً على أن الخارج من القسمة زائد على القدر المذكور بكسر (س1: بكثيرٍ) غير ملتفت إليه، أي يفضل (س1: بفضلٍ) عدد ضعف الفراسخ بخمسين جزءاً بعد التقسيم على عدد شعيرات الذراع، ولا يبلغ/(ص 54ظ) درجة الاعتبار لكونه أقل (هامش ي: إذِ البالغ من الفاضل فكل عدد أقل من النصف فأسقط منه) من النصف، لأن نسبة الخارج من القسمة إلى المقسوم كنسبة الواحد إلى المقسوم عليه أبداً لا يتخلف عنه أصلاً، بناءً على أن القسمة طلب عدد يكون نصباً من المقسوم لواحد واحد من آحاد المقسوم عليه عند تجزئة المقسوم بعدّة آحاد المقسوم عليه، فذلك العدد بمنزلة الواحد للمقسوم، فيكون نسبته إلى المقسوم كنسبة الواحد إلى المقسوم عليه كما إذا قسّمنا خمسين على عشرة، فإنّ نسبة الخارج الذي هو خمسة إلى خمسين وهو المقسوم كنسبة الواحد إلى

عشـرة (س2: العشـرة) وهـو المقسـوم عليـه بالعشـرية (ي: العشـرة) فيهمـا يكون نسـبة خمسـة وثلاثـين، وهـو الخـارج فيمـا نحـن فيـه إلـى عـدد ضعـف الفراسـخ وهـو المقسـوم ههنـا كنسـبة الواحـد إلـى عـدد شـعيرات (س1: وشـعيرات) الـذراع، وهـو المقسوم عليه أعنـي نسبة شـعيرة إلـى ذراع/(ص 55و) أي نسبة واحد إلـى مائـة وأربعة وأربعين، بل للترقـي يكون نسبة (ي: ستة) خُمس (س2: خمسـين) سُبع خمسـة وثلاثـين، وهـو الواحد أو(س2: إلى) سبعها خمسـة إلـى عـدد ضعـف فراسـخ القطـر للأرض، أعنـي نسـبة نصف (ي – نصف) فرسخ إلـى القطـر كنسبة خُمس سُبع عـرض شـعيرة إلـى ذراع، وقـد يعكـس التشـبيه في البيـان ويقـال إذا كان نسـبة الخـارج إلـى المقسـوم أبـداً كنسـبة الواحـد إلـى المقسـوم عليـه، فـإذا أخذنـا جـزءاً مـن الخـارج المذكـور فيمـا نحـن فيـه وهـو الواحـد منـه كان خُمـس سُـبع الخـارج فنأخذ (ي، س2: فيأخذ) مـن الواحـد الـذي نسـبناه إلـى المقسـوم عليـه خُمّس سُبعه، ونقـول نسـبة خُمس سُبع الخـارج وهـو الواحـد منـه إلـى خمسـة آلاف وتسـعين كنسـبة خُمس سُبع الواحـد إلـى مائـة وأربعـة وأربعـين، لأن نسـبة الأجـزاء كنسـبة الأمثـال لكـن هـذا الواحـد المنسـوب/(ص 55ظ) إلـى المقسـوم عليـه عـرض شـعيرة، فيكـون نسـبة خُمـس سُـبع عـرض شـعيرة إلـى ذراع واحـدة (ي: وأخـذه) – أعنـي إلـى مائـة وأربعـة وأربعـين (ي + أعنـي إلـى مائـة وأربعـة وأربعـين) - كنسـبة الواحـد(س2 – الواحـد) إلـى ضعـف فراسـخ القطـر، بـل كنسـبة نصـف فرسـخ (س1: فراسـخ) إلـى فراسـخ القطـر، وذلـك لأن نسـبة الأنصـاف كنسـبة الأضعـاف.

وإذا ثبـت هـذا وتقـرر عنـدك فنسـبة ارتفـاع أعظـم الجبـال الـذي هـو (ي: من) خمسـة أمثـال نصـف فرسـخ إلـى قطـر الأرض كنسـبة سُبع عـرض شـعيرة إلـى الـذراع، كمـا أنّ نسـبة نصـف فرسـخ إلـى قطـر الأرض كنسـبة خُمـس سـبع عـرض شـعيرة إلـى ذراع.

وهـي – أي نسـبة الارتفـاع إلـى القطـر التـي هـي نسـبة سُبع عـرض شـعيرة إلـى الـذراع– نسـبة الواحـد كسـبع عـرض شـعيرة مثـلاً إلـى ألـف

وثمانية، وهو الحاصل من ضرب مخرج السبع في عدد شعيرات الذراع./ (ص 56و)

فإنّ أسباع مائة وأربعة أربعين ألف وثمانية، فتلك النسبة نسبة الواحد إلى ألف (س2: الألف) وثمانية، ويلزم من ذلك أن يكون نسبة كرة قطرها مقدار ذلك الارتفاع إلى كرة الأرض كنسبة كرة قطرها سُبع عرض شعيرة إلى كرة قطرها مقدار ذراع.

وههنا كلام مطوّل يحتاج إلى ذكره في البيان، فاعلم أنه قد بيّن في موضعه (هامش ي: بيّنه إقليدس الأخير من المقالة الثانية عشر من كتاب الأصول منه) أن نسبة الكرة إلى الكرة في الحجم كنسبة مكعب قطر الكرة الأولى إلى مكعب قطر الكرة الثانية، ومكعب العدد هو ما (ي: العدد الذي) يحصل من ضرب عدد في نفسه ثم ضربه في الحاصل، فإذا أريد أنْ يُعلم (ي: إعلام) نسبة كرة إلى كرة فلابد أولاً أن يُعلم النسبة بين قطريهما من الكمية (ي: الكرة)، ثم يضرب (ي: تضرب) أجزاء القطر الأكثر أجزاء (ي: أخرى. | ي - القطر الأكثر أجزاء) في نفسها مرة أخرى (ي، س1 - أخرى)، ثم تضرب (س1: يضرب) أخرى فيما حصل من/(ص 56ظ) الضرب الأول، فنسبة الكرة الصغرى إلى الكرة (ي + الكرة) الكبرى كنسبة الواحد إلى الحاصل من الضرب الثاني، وهو معنى قولهم نسبة الكرة إلى الكرة كنسبة القطر إلى القطر.

فنحن إذا أردنا أن نعلم نسبة كرة قطرها سُبع عرض شُعيرة إلى كرة قطرها ذراع فبعدما علمنا (ي: علم) النسبة بين قطريهما ضربنا أجزاء الذراع وهو ألف وثمانية في نفسها فحصل هذا العدد 1016064 (س1: 101064، | س2: 01016046) وهو ألف ألف وستة عشر ألفاً وأربعة وستون، ثم ضربنا تلك الأجزاء ثانياً فيما حصل من الضرب الأوّل فحصل 1024192512 فعلمنا أن نسبة الكرة الأولى إلى الثانية هي نسبة الواحد إلى ما حصل من الضرب الثاني (فح) يظهر لك المراد من

قوله وهي (ي: فهي) نسبة/(ص 56و) الواحد إلى ألف ألف ألف ألف وأربعة وعشرين ألف ألف ومائة واثنين وتسعين ألفاً وخمسمائة واثني عشرة بالأرقام الهندسية هكذا 1024192512 (س2: 024192512) كما لا يخفى على من له دربة عادةً ومزاولة في علمي الهندسة والحساب، فإذا أنزلنا كلاً من الجبل والسُّبع بمنزلة الكرة يكون نسبة أعظم الجبال إلى كرة الأرض كنسبة جرم سُبع عرض شعيرة زاد الجرم (هامش ي، س2: أي زاد لفظ الجرم ههنا ولم يذكر في غيره كما يقتضيه المقام) بجعله السُّبع منزلة الكرة إلى كرة قطرها ذراع ولذلك -أيّ للزوم ما ذكرنا من ذلك- وقع في عبارة كثير من المحققين ما يدل بظاهره على ذلك أي على لزوم ما ذكرنا وأحالوه على ما بينوه، مع أنهم لم يثبتوا إلا تماثل النسبتين اللتين ذكرناهما أولاً. وأما (ي: ولها) لزوم ما ذكرنا من نسبة الكرتين/ (ص 56ظ) وتنزيل كل واحد من الجبل والسُّبْع منزلة الكرتين، فلم يوجد بيانه في كتبهم المشهورة، ولعل ذلك لسهولة أمره للزومه بعد بيان تماثل النسبتين.

واعلم أن ما ذكرنا من مساواة النسبتين وهما نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض ونسبة سُبع عرض شعيرة إلى ذراع إنما يصحّ إذا أخذنا الذراع على رأي (ي – على رأي) المحدثين المتأخرين والقطر للأرض على رأي القدماء كما أشرنا إليه. حيث قلنا كما اعتبره المتأخرون وأن قطر الأرض على ما وجده المتقدمون (س1: المتقدمون 01) ولو أخذناهما على رأي واحد وعكسنا الأمر لتغيرت (س1: لتغير) النسبة المذكورة، ولابد ههناً من ضبط النسب بين القطرين والذراعين على المذهبين منفرداً أو مختلطاً/ (ص 57و) ليكون نُصب العين منك في البيان، ولنمثل لك هذا فنقول:

قطر الأرض		
على المتقدمين	تفاوت 381	على المتأخرين
2545 فرسخاً		2164
ضعفه 5090	ضعف 762	8324

الذراع		
على المتقدمين	تفاوت 381	على المتأخرين
32 إصبعاً		24 إصبعاً
192 شعيرا	8 إصبعاً 48 شعيراً	144 شعيرا
1344 سبعاً	336 سبعاً	1008 سبعاً (س1: 108 سبعاً)

خارج الذراع			
المتقدمين	المتأخرين	المتقدمين	المتأخرين
29	35	20 تقريباً	30 تقريباً/ (ص 57ظ)

إذا كان هذا على ذكر منك فنقول مثلاً: لو أخذناهما -أي الذراع والقطر- على رأي القدماء لكان نسبة الارتفاع لأعظم الجبال إلى قطر الأرض أعظم بكثير من نسبة سُبع عرض شعيرة إلى الذراع، إذْ الذراع عندهم اثنان وثلاثون إصبعاً، وكان القطر عندهم ألفان وخمسمائة وخمسة وأربعون فرسخاً تقريباً، بيان ذلك (هامش ي، س1: أي بيان أنّا لو أخذناهما على رأي القدماء لكان نسبة الارتفاع أعظم بكثير منه) أن الحاصل من ضرب مخرج السبع في عدد الشعيرات (ح) ألف وثلاثمائة وأربعة وأربعون وهي أصغر بثلاثمائة وستة وثلاثين من نسبة الارتفاع إلى القطر التي هي نسبة الواحد إلى ألف وثمانية.

وكذا لو أخذناهما على رأي المحدثين إذْ القطر عندهم على ما ذُكر في التحفة (يقصد كتاب (التحفة الشاهية) لمؤلفه محمود بن مسعود بن مصلح، قطب الدين الشيرازي (توفي 710هـ/ 1310م)) ألفان ومائة وأربعة وستون/(ص 58و) فرسخاً تقريباً، وكان الذراع عندهم أربعة وعشرين إصبعاً، إلّا أنّ هذا التفاوت على هذا الرأي أقل منه على رأي القدماء فإن التفاوت بين المذهبين في القطر بما يقرب من السدس أي بثلاثمائة وإحدى وثمانين فرسخاً وهذا التفاوت أقل بكثير من التفاوت بين الذراعين، لأن الذراع على رأي القدماء أكثر بربعه مما هو على رأي المتأخرين فعلى هذا نسبة سُبع عرض شعيرة إلى الذراع، وإن كان نسبة الواحد إلى ألف وثمانية على ما مرّ، ولكن نسبة الارتفاع إلى القطر كنسبة الواحد إلى ثمانمائة وخمسة وستين وثلاثة أخماس، ولا يخفى أن هذا التفاوت أقلّ منه على رأي القدماء. وقال تقريباً بناءً على أنهم وجدوا حصة درجة من <الدائرة> العظيمة المفروضة على سطح الأرض ثمانية عشر فرسخاً/ (ص 58ظ) وثمانية أسباع فرسخ وضربناها في ثلاثمائة وستين من مقدار محيط <الدائرة> العظيمة حصل ستة آلاف وثمانمائة فرسخ فضربناها في سبعة وقسمنا الحاصل وهو سبعة وأربعون ألفاً وستمائة على اثنين وعشرين فخرج ألفان ومائة وثلاثة وستون فرسخاً وأربعة عشر جزءاً من اثنين وعشرين، ولما كان الكسر(س1: الكثر) أكثر من النصف احتسب واحداً.

ولو(هامش ي: فصار على ما ذكره الشارح) عكسنا الأمر، أي أخذنا الذراع على رأي القدماء والقطر على رأي المحدثين لصار نسبة السبع إلى الذراع نسبة الواحد إلى الذراع نسبة الواحد إلى ألف وثلاثمائة وأربعة وأربعون، ونسبة الارتفاع إلى القطر نسبة الواحد إلى ثمانمائة وخمسة وستين وثلاثة أخماس فصار التفاوت فاحشاً كما يظهر لك بالتأمل الصادق من النسبتين المذكورتين (هامش ي: هما نسبة الذراع ونسبة الارتفاع منه) على هذا الرأي، لكن هذا/(ص 59و) التفاوت

الفاحش لا يورث تقريباً فيما ذكرناه، أي لا يجعل نسبة التضاريس إلى الأرض قريبة من نسبة الشعيرة إلى البيضة كأنه قيل (هامش ي: حيث قيل وإنما ورد حديث البيضة والشعر استظهاراً فبما هو بصدده منه) فليكن حديث البيضة والشعيرة (ي: الشعير) من المص(يرد هذا الاختصار (المص) كثيراً في المخطوطات العربية، ويقصد به (المصنف)) مبنياً على هذا الوجه من الأخذ لا للاستظهار كما صرح به بناءً على أنّ نسبة التضاريس إلى كرة (س1: كثرة) الأرض أصغر بكثير من نسبة الشعير<ة>(ي، س1، س2: الشعير) إلى البيضة على ما بينها(س2: بينا) المهندسون، فقال هذا التفاوت وإن كان فاحشاً لكن لا يورث تقريباً في التشبيه المذكور، وهذا آخر ما قصدنا إيراده من (ي: في) هذه المجلّة (ي: هذا المجلد).

تمت بعون اللّه (س2 + تمت بعون اللّه)

قد وقع الفراغ من هذه الرسالة في يوم الأربعاء من شهر ذي الحجة الحرام في أربعة عشر في تاريخ ألف ومائة وتسع عشر من الهجرة النبوية على يد أقل خلق اللّه أحمد سنة 1119./ (ص 59ظ)

23.7 نصوص ابن سباهي زادة (توفي 997هـ/ 1589م)

1.23.7 نبذة عن حياة المؤلف

ما نعرفه عن محمد بن علي الشهير بسباهي زاده البروسوي أنه من أهل بروسة (بتركيا)، وله كتاب (أوضح المسالك إلى معرفة البلدان والممالك) الذي رتب فيه كتاب (تقويم البلدان) لأبي الفداء على حروف المعجم العربي، ولكن أضاف إليه ما التقطه من المصنفات، وله أيضاً كتاب (أنموذج الفنون) (الزركلي، 1980م).

2.23.7 قياس محيط الأرض وقطرها

«فصل في تحقيق أمر المساحة

قد ثبت في علم الهيئة أنّ الأرض كرويّة وأنها في الوسط، فسطح الأرض وهو محدّبها مواز لمقعّر السّماء، فالدوائر العظام التي على سطح الأرض موازية للعظام الفلكيّة وينقسم كانقسامها على ثلاثمائة و ستين جزءا، ويسامت) كلّ جزء من الدائرة) الأرضية نظيره من الفلكيّة، فإذا سار سائر على خطّ نصف النّهار وهو الخطّ الواصل بين القطبين الشّماليّ والجنوبيّ في أرض مستوية خالية من الوهدات عريّة عن الربوات على استقامة من غير انحراف أصلا حتّى يرتفع له القطب أو ينقص له جزءا فالقدر الذي ساره من تلك الدائرة يكون حصّة درجة واحدة منها، وتكون تلك الدائرة الأرضيّة ثلاثمائة وستين مرّة مثل ذلك القدر، وقد قام بتحقيق ذلك طائفة من القدماء كبطلميوس وغيره فوجدوا حصّة درجة واحدة من العظيمة المتوهّمة على الأرض ستة وستين ميلا وثلثي ميل، ثم قام بتحقيقه طائفة من الحكماء المحدّثين في عهد المأمون وحضروا بأمره في بريّة سنجار وافترقوا فرقتين من بعد أن أخذوا ارتفاع القطب محرّراً في المكان الذي افترقوا منه، وأخذت إحدى الفرقتين في

المسير نحو القطب الشّمالي والأخرى نحو القطب الجنوبيّ وساروا على أشدّ ما أمكنهم من الاستقامة حتّى أرتفع القطب للسائرين في الشّمال وانحطّ للسائرين في الجنوب درجة واحدة، ثمّ اجتمعوا عند المفترق وتقابلوا على ما وجدوه فكان مع إحداهما ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل، ومع الأخرى ستة وخمسون ميلاً بلا كسر فأخذ بالأكثر وهو ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل.

وقد تقدّم أنّ القدماء وجدوا حصّة الدرجة ستة وستين ميلاً وثلثي ميل، فبينهما من التفاوت عشرة أميال، فينبغي أن يعلم أنّ ذلك إنما هو للخلل في العمل لأن مثل هذه الأعمال لا تخلو من تفاوت إذ لا يمكن الاحتراز عن المساهلة والمسامحة تارة في استقامة المشي على خطّ نصف النهار وتارة من جهة الذرع.

وغير ذلك، فقد علمت الخلاف في مساحة دور الأرض بين القدماء والمحدثين، وأن مساحتها عند القدماء أكثر مما هو عند المحدثين، وغالب <عمل> المتأخّرين إنما هو على رأي المتقدّمين لتعلق كثير من المسائل به.

وأعلم أنّ بين القدماء والمحدثين أيضا اختلافاً في الاصطلاح على الذّراع والميل والفرسخ، وأمّا الإصبع فليس بينهم فيها اختلاف، لأنّهم اجتمعوا و اتفقوا على أنّ كل إصبع ست شعيرات معتدلات مضمومة بطون بعضها إلى بعض، أمّا الذراع فالخلاف بينهم فيه حقيقيّ لأنه عند (القدماء اثنان وثلاثون إصبعا وعند المحدثين أربع و عشرون أصبعاً؛ فذراع) القدماء أطول من ذراع المحدثين بثمان أصابع، وأمّا الميل فهو عند القدماء ثلاثة آلاف ذراع، و عند المحدثين أربعة آلاف ذراع، والخلاف بينهم فيه إنما هو لفظي؛ فإنّ مقدار الميل عند الجميع شيء واحد وان اختلفت أعداد الأذرع لأنه على التفسيرين ستة وتسعون ألف إصبع، فإذا قسمتها اثنين وثلاثين اثنين وثلاثين كان المتحصل ثلاثة آلاف ذراع، وإذا قسمتها أربعة وعشرين أربعة وعشرين كانت أربعة آلاف ذراع.

وأمّا الفرسخ فهو عند القدماء والمحدثين ثلاثة أميال، لكن يجيء الاختلاف لفظيا في الفرسخ إذا جعل أذرعا فإن بذراع القدماء تسعة آلاف ذراع، وبذراع المحدثين أثني عشر ألف ذراع، وهو على التفسيرين ثلاثمائة ألف إصبع ينقص اثنا عشر ألف إصبع، وإذا علمت أنّ الفرسخ عند القدماء تسعة آلاف ذراع، والميل ثلاثة آلاف ذراع وعند المحدثين الفرسخ أثني عشر ألف ذراع والميل أربعة آلاف ذراع فاعلم أنّ الميل على التفسيرين ثلث فرسخ وكل فرسخ ثلاثة أميال باتفاق.

(فصل) وفراسخ درجة واحدة عند القدماء اثنان وعشرون فرسخا وتسعا فرسخ؛ إذ هو الخارج من قسمة ستة وستين ميلاً وثلثي ميل على ثلاثة، أمّا فراسخ درجة واحدة عند المحدثين فتسعة عشر فرسخاً إلا تسع فرسخ؛ إذ هو الخارج من قسمة ستة وخمسين ميلاً وثلثي ميل على ثلاثة، والعمل إنما هو على مذهب القدماء، فإذا عمل على مذهب القدماء وضرب حصة الدرجة الواحدة من الفراسخ وهو اثنان وعشرون فرسخاً وتسعا فرسخ في ثلاثمائة وستين حصل مقدار الدائرة العظمى من الأرض وهو ثمانية آلاف فرسخ من غير زيادة ولا نقصان، وأمّا تكسير سطح الأرض على ذلك فهو عشرون ألف ألف فرسخ و ثلاثمائة ألف وستون ألف فرسخ وربع ذلك تكسير الرّبع المسكون، ويكون طول الرّبع نصف المحيط، وعرضه ربع المحيط، وأمّا إذا ضرب حصّة الدرجة الواحدة على مذهب المحدثين وهو تسعة عشر فرسخاً إلا تسع فرسخ في ثلاثمائة وستين فإنه يخرج مقدار الدائرة العظمى من الأرض على مذهب المحدثين وهو ستة آلاف وثمانمائة فرسخ، فدور الأرض عند المحدثين ينقص عمّا هو عند القدماء ألفا ومائتي فرسخ» (ابن سباهي، 2006م).

24.7 نصوص عبد الله ابن داعر (توفي نحو 1013هـ/ 1604م)

1.24.7 نبذة عن حياة المؤلف

وضع المؤرخ اليمني عبد الله بن صلاح بن داود بن داعر عدة كتب منها: (الفتوحات المرادية في الجهات اليمانية)، و(نبذة في تاريخ اليمن مرتبة على السنين)، و (أسنى المطالب) (الزركلي، 1980م).

2.24.7 كروية الأرض

«في الكلام على كروية الأرض وأنها بجميع أجزائها براً وبحراً في وسط جوف السماء غير مائلة بمركزها عن مركز العالم

أجمع العلماء بهذا الشأن وأهل الخبرة والاتقان على أن الأرض كُروية الشكل صحيحة الاستدارة واستدلوا على ذلك بأن الشمس والقمر وسائر الكواكب لا يكون طلوعها وغروبها على جميع من في نواحي الأرض في وقتٍ واحد، بل يكون طلوعها على المواضع الشرقية من الأرض قبل طلوعها على المواضع الغربية وتغرب عن الشرقية قبل الغربية، وتبين لهم ذلك من جهة كسوف القمر إذا رصدوه في بلدين متباعدين بين المشرق والمغرب فوجدوا ابتدئه في البلد الغربي قبل ابتدائه في البلد الشرقي بقدر ما بين البلدين من المسافة فكان ذلك دليل على غروب الشمس عن البلد الشرقي قبل غروبها عن البلد الغربي، وكذا لو رصد وقت انقضاض كوكب عظيم في بلدين متباعدين ما بين المشرق والمغرب لوجد الوقت في البلد الشرقي بعد الوقت في البلد الغربي. مثل أن يرصد وقت الانقضاض الغربي فيكون لمضي ثلاث ساعات من الليل، وفي البلد الشرقي لمضي أربع ساعات من الليل فكان في ذلك دلالة كافية على غروب الشمس عن البلاد الشرقية قبل غروبها عن البلاد الغربية. وثم دليل آخر؛ وهو أن السائر من جهة الشمال إلى جهة الجنوب متى توغل

في الجهة الجنوبية ظهرت له كواكب كانت خفيةً عنه أبدية الخفاء، واختفت عنه كواكب في جهة الشمال كانت ظاهرةً له، كما هو معلوم في كوكب سهيل فإنه أبدي الخفاء من حدّ نصف الإقليم الثالث، ومتى سار السائر من هناك إلى ناحية الجنوب لم يزل سُهيل يظهر قليلاً قليلاً ومهما توغل في جهة الجنوب ازداد ارتفاع ذلك الكوكب، وهذا لا يكون إلا مع كروية الأرض ولو كانت مسطحة لكان طلوع الشمس والقمر وسائر الكواكب على جميع الأرض في وقتٍ واحد، وذلك محال بل حكمت المعاينة بما اقتضاه الاستلال المذكور»(ابن داعر، عبد الله، أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب، مخطوطة مكتبة نور عثمانية بإستانبول، رقم (2986)، ص 3و4-و).

25.7 نصوص بهاء الدين العاملي (توفي 1031هـ/ 1622م)

1.25.7 نبذة عن حياة المؤلف

ولد العالم الشاعر الأديب محمد بن حسين بن عبد الصمد الحارثي العاملي الهمذاني، بهاء الدين في مدينة بعلبك بلبنان، وانتقل به أبوه إلى إيران، ورحل رحلة واسعة، ونزل بأصفهان فولاه سلطانها (شاه عباس) رئاسة العلماء، فأقام مدة ثم تحول إلى مصر، وزار القدس ودمشق وحلب وعاد إلى أصفهان، فتوفي فيها، ودفن بطوس. من أشهر مؤلفاته: (الكشكول) و (المخلاة) وهما من كتب الأدب المرسلة، لا أبواب لها ولا فصول. و(استفادة أنوار الكواكب من الشمس) (الزركلي، 1980م).

2.25.7 كـــــروية الأرض

«فليتأمل بسط كلام لإبراز مرام تحقق أمثال هذه المسائل المبنية على تخالف الآفاق في تقدم طلوع الأهلة وتأخرها ظاهرٌ بناءً على ما ثبت من كروية الأرض، والذين أنكروا كرويتها فقد أنكروا تحققها ولم يطلع لهم على شبهة من ذلك فضلاً عن دليل، والدليل الآتية المذكورة في المجسطي وغيره شاهدة بكرويتها، ولئن كانت شهادة الدليل اللمي المذكور في الطبيعي مجروحة وقد يتوهم غير القول بكرويتها خلاف ما عليه أهل الشـرع، وربما اسـتند ببعض الآيات الكريمة كقـــوله تعالى ﴿ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا﴾ (سورة البقرة، الآية: 22)، وقوله سبحانه ﴿أَلَمْ نَجْعَلِ ٱلْأَرْضَ مِهَٰدًا﴾ (سورة النبأ، الآية: 6)، وقوله جلّ شأنه ﴿وَإِلَى ٱلْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ﴾، (سورة الغاشية، الآية: 20)، وأمثال ذلك دلالةً في كثيرٍ منها على ما ينافي الكروية. قال في الكشاف عند تفسير الآية الأولى: فإن قلت هل فيه دليل على أنّ الأرض مسطحة وليست بكروية قلت ليس فيه إلا، إلا أنّ الناس يفرشونها كما يفعلون بالفارش، وسواء كانت على شكل السطح أو على شكل الكرة فالأفراش غير مستنكر ولا مدفوع لعظم حجمها واتساع جرمها وتباعد أطرافها، وإذا كان مسهّلاً في الجبل وهو وتد من أوتاد الأرض فهو في الأرض ذات الطول والعرض أسهل. انتهى كلامه.

قال في تفسير الكبير: من الناس من زعم أنها الشرط في كون الأرض فراشاً أن لا يكون كرةً فاستدلّ بهذه الآية على أن الأرض ليست كرة، وهذا بعيد لأن الكرة إذا عظمت جداً كان كل قطعة منها كالسطح. انتهى.

وكيف يتوهم متوهم القول بكرويتها خلاف ما عليه أهل الشرع وقد ذهب إليه كثير من علماء الإسلام. وممن قال صريحاً من فقهائنا رضوان الله عليهم العلام آية الله وولده فخر المحققين قدس الله سرّه. قال العلامة في التذكرة: إنّ الأرض كرة فجاز أنْ يُرى الهلال في بلدٍ ولا يظهر في آخر،

لأن حدبة الأرض مانعة لرؤيته، وقد رَصد ذلك أهل المعرفة، وشوهد بالعيان خفاء بعض الكواكب الغريبة لم جدّ في السير نحو المشرق وبالعكس. انتهى كلامه زيد إكرامه.

وقال ولده فخر المحققين في الإيضاح الأقرب من الأرض كروية لأن الكواكب تطلب من المساكن الشرقية قبل طلوعها في المساكن الغربية، وكذا في الغروب فكل بلد غربي بعد عن الشرق بألف ميل متأخر غروبه عن غروبه الشرقي بمساحة واحدة، وإنما عرفنا ذلك بأرصاد الكسوفات القمرية، حيث ابتدأت في ساعات أقل من ساعات بلدٍ في المساكن الغربية وأكثر من ساعات بلدنا في المساكن المشرقية فعرفنا أن غروب الشمس في المساكن الشرقية قبل غروبها في بلدنا وغروبها في المساكن الغربية بعد غروبها في بلدنا، ولو كانت الأرض مسطحة لكان الطلوع والغروب في جميع المواضع في وقتٍ واحد.

ولأن السائر على خطٍ من خطوط نصف النهار على الجانب الشمالي يزداد عليه ارتفاع القطب الشمالي وانحطاط <القطب> الجنوبي، وبالعكس. انتهى كلامه رفع الله مقامه. وهو خلاصة ما ذكره صاحب المجسطي وغيره في هذا الباب ولا يخفى أن قوله رحمه الله: ولأن السائر. .. من تتمة الدليل، لأن اختلاف المطالع والمغارب لا يستلزم كروية الأرض بل استدارتها فيم بين الخافقين فتحقيق لو كان أسطوانة الشكل مثلاً، كما لا يخفى» (العاملي، هذه حديقة الهلالية من حديقة الصالحين، مخطوطة محفوظة في مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (2126)، ص 71ظ –73 ظ).

26.7 نصوص محمد الكفوي (توفي 1174هـ/ 1761م)

1.26.7 نبذة عن حياة المؤلف

لم نستطع معرفة الكثير عن محمد بن حميد بن مصطفى الكفوي (توفي 1174هـ/ 1761م) من كتب التراجم. لكن له رسالة تتعلق بحساب المسافات والأبعاد، لم نتمكن من العثور على نسخٍ أخرى للمقابلة عليها. لذلك فإننا سنورد متنها على نسخةٍ وحيدة.

الهدف الأول للمؤلف هو كشف خبايا وأسرار علم الأبعاد، ونقد الأفكار السابقة التي ذُكرت عنه. ويبدو أنه كان ينوي رسم الأشكال في وقتٍ لاحق لكنه لم يفعل، فبقي مكانها بياضاً.

2.26.7 حساب الأبعاد والمسافات

المخطوطة مكتوبة بخطّ المؤلف وقد فرغ من كتابتها سنة 1154هـ/ 1741م. وهي موجودة في مكتبة أسعد أفندي رقم (3584).

(الشكل 12.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة تتعلق بحساب المسافات والأبعاد للكفوي

بسم الله الرحمن الرحيم

سبحان من خلق الأرض والسماء لعبرة لأولي والأبصار، وجعل شمس العقل متلألئة عن أفق الأفكار، وعلّمنا مناهج المسالك في المطالب والمقاصد، وأفاض علينا ذلال الفكر في المواقف والمراصد، وصلاة وسلاماً على نبيه النبيه المسنّد، ختم الرسل والأنبياء سيدنا محمد، وعلى آله وأصحابه الأدلاء إلى الرشاد، يهدونه إلى طريق الحق والسداد، وبعد؛

فيقول أفقر الورى وأضعف العبيد، السيد محمد الكفوي بن الحاج حميد، لما كانت معرفة الأبعاد، مما يحتاج إليه الكثير من العباد، في المعاش والمعاد، سيّما في أمر الجهاد، وكانت الأمم قد تقاصرت الهمم،

عن كشفهم فضيلة القناع، عن وجوه فوائدها بالإجماع، واتخذوه ظهرياً، وظنوه شيئاً فريا، وضربوا بينها وبينهم حجاباً مستورا، فصارت كأن لم يكن شيئاً مذكورا، خالج في خلدي بسبب ذلك، أنْ أرتب رسالة في تلك المسالك/(ص 143ظ)، أنقد فيها الأفكار، وأوضّح فيها الأسرار، وأحقق ما غفل سوء الفهم عن تحقيقه، وأُبيّن ما تطرقت الشبهة في طريقه، مشتملةً على فرائد فوائد، نطقت بها كتب الأقدمين، ومحتويةً على زوائد، عوائد خلت عنها زُبُرُ الأوّلين، مما سمح بها جواد قريحتي القريحة، وسلخ لقوّة طبيعتي الجريحة، وأكّده اقتراح بعض الأحبّة والخّلان، ورشّحه ما جاء في التبيان، خير الناس من ينفع الناس فكنت أشاور نفسي مقدماً رجلي ومؤخراً أخرى قائلاً ما قاله الشافعي:

كَيفَ الوصولُ إلى سُعادٍ وَدونَها قُلَلُ الجِبالِ وَدونَهُنَّ حُتوفُ

وَالرِّجلُ حافِيَةٌ وَلا لي مَركَبٌ وَالكَفُّ صِفرٌ وَالطَريقُ مَخوفُ

ولكن تضرّعت إلى من هو ميسّر كلّ عسير، إنه على كل شيء قدير، فشرعت فيه متوكلاً عليه، ومن يتوكل على الله فهو حسبه، ومن يدعوه صدقاً فهو يجيبه.

والرسالة مرتبة على بابين:

الباب الأول في معرفة المسافة بين الموضعين، وفيه مرصدان: المرصد الأول في معرفتها بالاستعانة بشيءٍ مرتفع وفيه ثلاثة مسالك:

- **المسلك الأول: في الطريق الاسطرلابي/** (ص 144و)

<حيث> تقف عند طرف المسافة المطلوبة وتعلّق الاسطرلاب بيديك كأنّك تأخذ الارتفاع وتنظر من ثقبتي العضادة إلى أن ترى منهما نهاية المسافة، ثم بذلك الوضع والهيئة تستدير وتنظر ثانياً من الثقبتين إلى أرضٍ مستوية حتى ترى منهما موضعاً منها فتعلم في ذلك الموضع علامة وتمسح

ما بين هذه العلامة وبين الموقف فإنه يساوي مساحة المسافة المطلوبة.

طريق <إسطرلابي> آخر: تنظر من الثقبتين إلى نهاية المسافة كما في <الطريق> الأول وتحفظ ما قطعته شظية الارتفاع من أجزاء الظل المبسوطة فنسبة قامة الظل إلى المحفوظ كنسبة ما بين البصر والأرض إلى المسافة، فهذه هي الأعداد الأربعة المتناسبة والمجهول هو الطرف الرابع، فاضرب المحفوظ فين البصر والأرض واقسم الحاصل على عدد القامة يخرج المسافة المطلوبة.

تنبيه: إذا لم تقع الشظية على أجزاء الظل بأن يكون الموسوم هو الظل المبسوط فاستخرج في الظل المنكوس بان تضع رأس العضادة إلى تمام الانحطاط فتمام المنكوس هو المبسوط.

واعلم أن هذين الطريقين يجريان في الرّبع أيضاً إذا وضع الخيط موضع العضادة والهدفتان موضع ثقبتي العضادة/ (ص 144ظ).

– **المسلك الثاني: في الطريق الفرجاري**

اتخذ ذات الشعبتين، وهي آلة على مثال الفرجار لها ساقان متساويان، على طرفيهما ثقبتان ليحفظ شعاع البصر يُقسم إحديهما بستين قسماً متساوياً ويعلّق في رأسه خيط جديد للقياس، فإذا أردت العمل بها تقف عند طرف المسافة وتنصب الآلة مبسوطة الفخذين بالنسبة إليك يميناً وشمالاً وتفتحها وأنت تنظر من عند المسمار إلى أن ترى من إحدى الثقبتين إلى نهاية المسافة ومن الأخرى إلى أيّ موضع شئت من يمين النهاية أو يسارها فتقدّر الانفتاح بالخيط المعلّق وتستعلم أجزائه بأن تُطبق الخيط إلى الساق المنقسمة بستين قسماً وتعلّم على موقفك ثم تتأخر تأخراً معلوماً مزروعاً أو تتقدم كذلك وتنظر ثانياً إلى ما نظرت إليه أولاً بعينه وتحصّل أجزاء الانفتاح كما مرّ وتعلّم على موضع قدميك فنسبة أحد الانفتاحين إلى الفضل بينهما كنسبة

البُعد فيما بين علامة الانفتاح الآخر وبين نهاية المسافة إلى البُعد فيما بين العلامتين فاضرب أجزاء الانفتاح الثاني فيما بين العلامتين/ (ص 145و)، واقسم الحاصل على الفضل فيما بين الانفتاحين فما خرج فهو مسافة ما بين النهاية والعلامة الأولى. وإن شئت تضرب أجزاء الانفتاح الأول فيما بين العلامتين وتقسم الحاصل على فضل الانفتاحين يخرج المسافة فيما بين النهاية والعلامة الثانية.

برهانه أنه إذا فرضنا أن طرف المسافة نقطة (أ) ونهايتها نقطة (ب) والموقف الثاني نقطة (جـ)، وفرضنا أن الانفتاح الأول هو خط (ر كـ)، والثاني (و د) وما بين الموقفين (جـ أ)، فإذا كان الانفتاح الأول تسعة وثلاثين، والثاني ثلاثين، وما بين الموقفين ثلاثة، ضربنا الثلاثة في الثلاثين وقسمنا الحاصل وهو التسعون على الفضل بين الانفتاحين وهو التسعة يخرج عشرة وهو البُعد بين نقطتي (أ) و (ب) وذلك هو المطلوب.

أو ضربنا الثلاثة في التسعة والثلاثين وقسمنا الحاصل وهو مائة وسبعة عشر على التسعة يخرج ثلاثة عشر وهو بُعد ما بين (جـ) و (ب) وذلك هو المسافة فيما بين النهاية والموقف الثاني وهذه صورته(لا يوجد أي رسم أو شكل) / (ص 145ظ)

طريق <**فرجاري**> **آخر:** تقف على موضع يكون بُعده عن مبدأ المسافة مساوياً لبُعده عن منتهاها، وتنصب الآلةّ مبسوطة الفخذين كما في الأول وتفتحها وأنت تنظر من عند المسمار إلى أن ترى من إحدى الثقبتين مبدأ المسافة ومن الأخرى منتهاها فتقدر الانفتاح وتحصّل أجزائه؛ فنسبته إلى الستين كنسبة المسافة إلى ما بين الموقف وبين المبدأ، فمتى ضربت أجزاء الانفتاح فيما بين الموقف والمنتهى وقسّمت الحاصل على الستين يخرج المسافة.

برهانه أنه إذا فرضنا أن مبدأ المسافة نقطة (أ) ومنتهاها نقطة (ب) والموقف نقطة (جـ) وفرضنا أن خط (ر كـ) ثلاثين وخط (أ جـ) ثلاثة عشر ضربنا الثلاثين في ثلاثة عشر وقسمنا الحاصل وهو ثلاثمائة وتسعون على

الستين يخرج ستة ونصف وهو بُعد ما بين (أ) و (ب) وذلك هو المطلوب، وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل) / (ص 146و)

- المسلك الثالث: في الطريق الخشبي

وهو أن تنصب خشبتين في موضع مستوٍ قائمتين على سطح الأرض، إحديهما في مبدأ المسافة والثانية في أي موضعٍ تريد من سمت نظرك إلى نهاية المسافة فتنظر من رأس الأولى إلى نهاية المسافة وتعلّم على ممر بصرك على الخشبة الثانية علامةً ثم تمسح الخشبة الأولى بمقياسٍ كالشبر والذراع، وتمسح أيضاً مقدار بعدها عن الخشبة الثانية بذلك المقياس وتحصّل فضل الخشبة الأولى على الخشبة الثانية، أعني ما بين الأرض والعلامة من الخشبة الثانية، فحصل لك خطوط ثلاثة: الأول الخشبة الأولى، والثاني ما بين الخشبتين، والثالث الفضل بينهما، فنسبة الثالث إلى الأول كنسبة الثاني إلى المطلوب، فاضرب الأول في الثاني ثم اقسم الحاصل على الثالث يخرج المطلوب.

برهانه أنه فرضنا أنّ إحدى الخشبتين خط (أ ب) والآخر خط (جـ د) والمسافة خط (ب د) فنظرنا من رأس الخشبة الأولى وهو نقطة (أ) إلى غاية المسافة وهي نقطتي (ر) وعلّمنا على خط (جـ د) على موضع يمرّ به البصر/ (ص 146ظ).

طريق <خشبي> آخر: تنصب خشبتين متساويتين قائمتين كما في <الطريق> الأول وتنظر من رأس الأولى إلى نهاية المسافة وتعلّم على ممرّ البصر في الثانية كما في الأول، ثم تعلّم في الخشبة الأولى أيضاً على موضع يكون ارتفاعه من الأرض مثل ارتفاع العلامة الأولى منها، فتنظر من رأس الخشبة الثانية ثانياً إلى موضع مستوٍ من الأرض بحيث يمرّ بصرك بالعلامة التي في الخشبة الأولى فما بيِن قدميك ومنتهى شعاع البصر يساوي/ (ص 147و) المسافة المطلوبة.

المرصد الثاني

في معرفة المسافة باستعانة شيءٍ مرتفع في نهاية المسافة كالقصر والحائط والمنارة والشجرة الثابتة، وفيه أربعة مسالك.

المسلك الأول: في الطريق الإسطرلابي

وهو أن تأخذ ارتفاع رأس المرتفع كالكوكب من مبدأ المسافة المطلوبة بأي وضع شاء، والأحسن ثمن الدّور إنْ أمكن وتستعلم ظل ذلك الارتفاع وكذا الموقِّف، ثم تزيد في الظلّ جزء واحد أو تنقص عنه جزء واحد أو تضع شظية الارتفاع عليه فتتقدم إن كنت زدت وتتأخر إن كنت نقصت، وتأخذ الارتفاع من رأس المرتفع مرة أخرى وتستعلم هذا الموقف أيضاً فمتى ضربت ما بين الموقفين في ظل الارتفاع الأول يحصل مقدار ما بين الموقف الأول ومسقط حجر ذلك المرتفع.

طريق آخر: تأخذ ارتفاع رأس المرتفع كما في الأول وتستعلم الموقف ثم تأخذ بذلك الموضع والهيئة ارتفاع شيءٍ آخر معلوم الطول وتستعلم هذا الموقف أيضاً فنسبة طول ذلك الشيء بعد طرح القامة/ (ص 147ظ) منه إلى ما بين الموقف الثاني ومسقط حجر ذلك الشيء كنسبة طول المرتفع بعد طرح القامة منه إلى المسافة، فمتى ضربت طول ذلك الشيء في مقدار طول المرتفع وقسّمت الحاصل على مقدار ما بين الموقف الثاني ومسقط حجر ذلك الشيء خرج ما بين الموقف الأول ومسقط حجر المرتفع.

طريق آخر: تأخذ ارتفاع رأس المرتفع وتضع شظية الارتفاع على قدر الارتفاع من أو القوس وتنزل من الستيني بمقدار طول المرتفع إلى العضادة في الجيوب المبسوطة وترجع من الملتقى إلى جيب التمام في الجيوب المنكوسة فما وجدته من مستوية زد عليه مقدار ما بين البصر والأرض يحصل ما بين الموقف ومسقط الحجر.

طريق آخر: تأخذ الارتفاع وتستخرج ظله ثم تنقص من طول المرتفع قدر ما بين البصر والأرض وتضرب ما بقي في أصابع الظل وتقسم ما اجتمع على اثني عشر فما خرج فهو مقدار ما بين الموقف ومسقط الحجر.

واعلم أن هذه الطرق تتمشى في الربع المجيّب أيضاً/ (ص 148و).

المسلك الثاني: في الطريق الفرجاري

وهو أن تقف على مبدأ المسافة وتنصب الآلة ذات الشعبتين مقلوبة الفخذين، فخذٌ إلى جهة الأرض وفخذٌ إلى جهة السماء وتفتحها وأنت تنظر من عند المسمار حتى ترى من ثقبتيها رأس المرتفع ومسقط حجره وتضرب مقدار طول المرتفع في الستين وتقسّم الحاصل على أجزاء الانفتاح فما خرج اضربه في نفسه وألق من الحاصل مربع نصف طول المرتفع فجذر الباقي هو مقدار المسافة.

برهانه أنه فرضنا أن طول المرتفع خط (أ ب) والمسافة خط (جـ ب) والانفتاح خط (ر كـ) فلو كان خط (أ ب) اثني عشر وخط (ر كـ) اثنين وسبعين ضربنا الاثني عشر في الستين وقسمنا الحاصل وهو سبعمائة وعشرون على الاثنين والسبعين وضربنا الخارج وهو عشرة في نفسه حصل مائة وألقينا منها مربع الستة وهو ستة وثلاثون يبقى أربعة وستون فجذرها وهو ثمانية هو المسافة، ومن هذه الصورة يتخيل ذلك (لا يوجد أي رسم أو شكل).

واعلم أنه يجب في هذا الطريق أن يكون قامة الناظر نصف طول/ (ص 148ظ) المرتفع فيضع تحت قدميه شيء أو ينقص عن مقدار المرتفع ما يزيد على مثلي القامة إذا كانت ناقصة عن نصفه أو ينقص عن قامته ما زاد على نصف المرتفع إذا زادت عليه ثم ينظر فيكمّل العمل ثم اعلم بأن هذا الطريق فيما إذا كان المرتفع معلوم الطول، وأما إذا لم يكن معلوم الطول فقف على مبدأ المسافة وانصب الآلة مقلوبة الساقين

ثم افتح وأن تنظر من عند المسمار حتى ترى من ثقب الأسفل أصل المرتفع، من الأعلى ما اتفق منه وهي بحيث إذا استرسل شاقول من طرف الساق الأعلى حرٌّ على طرف السفلى ولم يكن داخلاً فيه ولا خارجاً عنه فحصّل أجزاء الانفتاح على الوجه السابق وعلّم على الموقف ثم تتأخر تأخراً معلوماً مزروعاً وحصّل أجزاء الانفتاح ثانياً كذلك وعلّم على هذا الموقف أيضاً، فنسبة الفضل بين الانفتاحين إلى الانفتاح الثاني كنسبة ما بين الموقفين إلى المسافة، فاضرب الانفتاح الثاني فيما بين الموقفين واقسم الحاصل على الفضل المذكور يخرج المطلوب.

مثلاً إذا كان خط (أ ب) طول المسافة فوقفنا على نقطة (أ) ورأينا من الثقب الأسفل أصل المرتفع ومن/ (ص 149و) الأعلى نقطة (ه) منه كان الانفتاح خط (جـ د) ثم إذا تباعدنا إلى نقطة (كـ) فرأينا من الثقبتين ما رأيناه أولاً كان الانفتاح خط (ر د)، فإذا كان أجزاء الانفتاح الأول تسعة وثلاثين والثاني ثلاثين وكان ما بين الموقفين ثلاثة ضربنا الثلاثة في الثلاثين وقسمنا التسعين على التسعة خرج عشرة وهو طول المسافة وهذه صورة العمل (لا يوجد أي رسم أو شكل).

المسلك الثالث: في الطريق الخشبي

وهو أن تنصب خشبة قائمةً على بسيط الأرض وتتأخر تأخراً فتنظر من وجه الأرض إلى رأس المرتفع بحيث يمرّ شعاع البصر بالخشبة فتعلّم على ممرّ الشعاع علامة فيحصل لك خطوط ثلاثة: الأول ما بين العلامة والأرض من الخشبة، والثاني ما بين الخشبة والمنظر من وجه الأرض/ (ص 149ظ) والثالث طول المرتفع فنسبة الأول إلى الثاني كنسبة الثالث إلى المسافة، فاضرب الثاني في الثالث ثم اقسم الحاصل على الأول يخرج المسافة وهي ما بين المنظر ومسقط الحجر.

مثلاً خط (أ ب) طول المرتفع و (ب جـ) ما بين المنظر والمسقط و (ه د) طول الخشبة، فإذا كان خط (ه د) ثلاثة و (ب جـ) و (أ ب) تسعة

ضربنا الأربعة في التسعة وقسمنا الستة وثلاثين على الثلاثة يخرج اثني عشر وهو المطلوب هكذا (لا يوجد أي رسم أو شكل).

وهذا إذا كان طول المرتفع معلوماً، وأما إذا كان مجهولاً فتنصب خشبتين كما مرّ في المرصد الأول وتنظر من أسفل الخشبة البُعدى إلى رأس المرتفع وتعلّم في الخشبة الثانية على ممرّ البصر علامة ثم تبعد من الخشبتين وتنظر مرة أخرى من وجه الأرض إلى رأس المرتفع بحيث يمرّ بصرك على الخشبتين فلا بد/ (ص 150و) أن يقطع شعاع البصر الخشبة الأولى على نقطة فوق الأرض والثانية على نقطة فوق النقطة التي علّمت عليها أولاً، فعلّم على ممري البصر من الخشبتين علامةً فيحصل لك خطوط ثلاثة: أحدها ما بين الخشبتين، والثاني ما بين الأرض وعلامة الخشبة الأولى، والثالث ما بين النقطتين من الخشبة الثانية، ولا بد أن يكون الأول أطول من الثالث فاضرب الأول في الثاني ثم اقسم الحاصل على فضل ما بين الأول والثالث يخرج المسافة وهي ما بين الخشبة البُعدى ومسقط الحجر.

برهانه أنه فرضنا أن خط (أ ب) عمود المرتفع وخط (ب ط) هو المسافة فنصبنا خشبتي (د جـ) و (كـ ه) ونظرنا من نقطة (كـ) إلى نقطة (أ) وهو رأس المرتفع فمرّ بصرنا بخشبةٍ (د جـ) على نقطة (و) ثم تباعدنا إلى نقطة (ط) ونظرنا إلى رأس المرتفع من وجه الأرض فمرّ بصرنا بالخشبتين إما على البُعدى فعلى نقطة (ه) وإما على القُربى فعلى نقطة (د) فلو كان خط (كـ ه) ثلاثة و (كـ جـ) ستة وخط (د و) اثنان فالفضل بين/ (ص 150ظ) (كـ ه) و (د و) واحد ضربنا الستة في الثلاثة وقسمنا الثمانية عشر على الواحد يخرج ثمانية عشر وهو المسافة ومن هذه الصورة يتخيل ذلك (لا يوجد أي رسم أو شكل).

المسلك الرابع: في الطريق المرآتي

وهو أن تضع على الأرض المستوية في مبدأ المسافة مرآةً وتتأخر عنها إلى أن ترى رأس المرتفع فيها، فإذا رأيت وعلّمت موقفك يحصل لك خطوط

ثلاثة: أحدها قامتك، والثاني ما بين الموقف والمرآة، والثالث طول المرتفع، فنسبة الأول إلى الثاني كنسبة الثالث إلى المسافة، فاضرب ما بين الموقف والمرآة في طول المرتفع ثم اقسم الحاصل على القامة يخرج المسافة وهي ما بين المرآة/ (ص 151و) ومسقط الحجر.

برهانه أنه إن خط (أ ب) طول المرتفع وخط (ب جـ) هو المسافة وهي ما بين المرآة ومسقط الحجر وخط (جـ د) ما بين المرآة والموقف وخط (د كـ) طول القامة، فإذا كان خط (د كـ) ستة وخط (جـ د) ثمانية وخط (أ ب) اثني عشر، ضربنا الثمانية في اثني عشر ثم قسمنا الستة والتسعين على الستة يخرج ستة عشر وهو (ب جـ) وذلك هو المطلوب. وهذه صورة العمل (لا يوجد أي رسم أو شكل).

وهذا فيما إذا كان طول المرتفع معلوماً، وأما إذا لم يكن ذلك معلوماً فضع المرآة على مبدأ المسافة وتتأخر عنها إلى أن ترى رأس المرتفع فيها فعلّم على الموقف وكذا على موضع المرآة، ثم انقلها إلى موضع آخر بتأخر على سمت المرتفع وتتأخر وانظر ثانياً إلى رأس المرتفع فيها وعلّم على الموضعين أيضاً، فنسبة فضل ما بين الموقفين على ما بين المرآتين إلى بُعد الموقف الأول/ (ص 151ظ) عن موضع المرآة الأول كنسبة ما بين المرآتين إلى ما بين <موضع> المرآة الأول ونهاية المسافة. فاضرب الثاني في الثالث واقسم الحاصل على الأول يخرج المسافة.

مثلاً: فرضنا أن طول المسافة خط (جـ ب) وما بين المرآتين (ه جـ) وما بين الموقفين (د كـ) وما بين الموقف والمرآة الأولين (د جـ). فإذا كان خط (ه جـ) أربعة و (د كـ) ستة و (د جـ) عشرة، فاضرب الأربعة في العشرة واقسم الأربعين في الاثنين يخرج عشرون، وهو المسافة وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل).

الباب الثاني

في معرفة طول كل قائم على بسيط الأرض كعمود الجبل والمنارة والشجرة الثابتة وغيرها، وفيه مقصدان:

المقصد الأول

فيما يمكن الوصول إلى مسقط الحجر وفيه أربعة مسالك:

المسلك الأول: في الطريق الإسطرلابي

وهو أن يؤخذ ارتفاع رأس القائم كالكوكب والشظية/ (ص 152و) على ثمن الدور فما بين المسقط والموقف بُعد زيادة ما بين البصر والأرض هو طول ذلك القائم.

طريق آخر: يؤخذ ارتفاعه بأي وضع كان ويستعلم ظلّه المبسوطة ويضرب ما بين الموقف والمسقط في مقياس الظل ويقسم الحاصل في ظل المعلوم فما خرج مُزاداً عليه ما بين البصر والأرض وهو المطلوب.

طريق آخر: يؤخذ ارتفاعه بأي وضع كان، ثم يُنظر من ثقب الشظية العليا حتى يمر شعاع البصر من الثقب الآخر ويقع على الأرض والاسطرلاب على حاله فيستعلم هناك، وكذا الموقف فيحصل لك خطوط ثلاثة: أحدها القامة والثاني ما بين العلامة والموقف والثالث ما بين العلامة والمسقط. ونسبة الأول إلى الثاني كنسبة القائم إلى الثالث فاضرب طول القامة فيما بين العلامة والمسقط واقسم الحاصل على ما بين العلامة والموقف يخرج المطلوب.

طريق آخر: يؤخذ ارتفاع الشمس وقتاً بعد وقت إلى أن كان خمسة وأربعين درجة (نح) يكون ظل كل شيءٍ مثله فاستقدر ظل القائم في ذلك الوقت بمقياس مفروض فإنه مقدار القائم/ (ص 152ظ).

المسلك الثاني: في الطريق الفرجاري

وهو أن تقف عند موضع وتنصب الآلة مقلوبة الفخذين وتجعل ساقها الخالي عن الخيط على جهة النحت بحيث يكون موازياً لسطح الأفق والساق الذي في رأسه خيط على جهة الفوق وتعلق في رأس الخيط ثقيلاً وتسترسل وتفتح الآلة وأنت تنظر من عند المسمار إلى أن ترى من الثقب الأعلى رأس ومن الأسفل موضعاً من أسفل القائم فتعلّم على الساق التحتاني في موضع الساق التحتاني فهذه العلامة من الخيط هي الانفتاح فحصّل أجزائه كما مرّ وحصّل أجزاء الساق التحتاني أيضاً، أعني ما بين المسمار والعلامة منها بأن تطبّق الساق الفوقاني المقسوم بستين قسماً عليها فنسبة أجزاء الانفتاح إلى أجزاء الساق التحتاني كنسبة القائم إلى ما بين الموقف والمسقط، فاضرب أجزاء الانفتاح فيما بين الموقف والمسقط واقسم الحاصل على أجزاء الساق التحتاني فما خرج مُزاداً عليه ما بين البصر والأرض هو طول القائم برهانه أنه فرضنا أن خط (أ ب) هو طول القائم وخط/ (ص 153و) (ه ك) هو الانفتاح وخط (ب ر) ما بين الموقف والمسقط وخط (د ك) هو الساق التحتاني، فإذا كان خط (ه ك) سبعة وعشرين ونصفاً، وخط (ب ر) ستة عشر وخط (جـ ك) خمسة وخمسين ضربنا الأول في الثاني وقسمنا الحاصل وهو أربعمائة وأربعة وأربعون على الثالث خرج ثمانية وزدنا عليه ما بين البصر والأرض وهو اثنان يحصل عشرة وهو طول القائم وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل).

المسلك الثالث: في الطريق الخشبي

تنصب خشبة قائمة على بسيط الأرض وتنظر من ورائها ببعدٍ يمرّ شعاع البصر بالخشبة ويقع على رأس القائم وتستعلم في الخشبة على النقطة التي تمرّ البصر عليها فحصل لك ثلاثة خطوط: الأول ما بين العلامة والأرض من الخشبة، والثاني ما بين الخشبة والموقف، والثالث/

(ص 153ظ) ما بين الموقف والمسقط فنسبة الأول إلى الثاني كنسبة المجهول إلى الثالث، فاضرب الأول في الثالث واقسم الحاصل على الثاني يخرج المجهول.

والبرهان أنه فرضنا أن خط (أ ب) هو طول القائم وخط (ب جـ) ما بين المسقط والموقف، وخط (ه د) طول الخشبة وخط (د جـ) ما بين الخشبة والموقف. فإذا كان خط (ه د) ثلاثة وخط (د جـ) أربعة وخط (ب جـ) اثني عشر، ضربنا الثلاثة في اثني عشر وقسمنا الستة والثلاثين على الأربعة خرج تسعة وهو المطلوب، وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل).

طريق آخر: تنصب خشبة قائمة وتستعلم ظلها وكذا ظل القائم فإن نسبة ظل الخشبة إليها كنسبة ظل القائم إليه، فاضرب الخشبة في ظل القائم واقسم الحاصل على ظل الخشبة يخرج المطلوب.

المسلك الرابع: في الطريق المرآتي/ (ص 154و)

ضع على الأرض المستوية مرآةً بحيث يوازي سطحها سطح الأفق وتتأخر عنها إلى أن ترى رأس القائم فيها، فعلّم عند موقفك فنسبة القامة إلى ما بين الموقف وبين المرآة كنسبة القائم إلى ما بينها وبين المسقط، فاضرب القامة فيما بينها وبين المسقط واقسم الحاصل على ما بينها وبين الموقف فالخارج هو طول القائم. مثلاً فرضنا أن خط (د كـ) طول القامة و (جـ د) ما بين الموقف والمرآة و (ب جـ) ما بين المرآة والمسقط و (ب أ) طول المرتفع، فإذا كان خط (د كـ) ستة و (جـ د) ثمانية و (ب جـ) ستة عشر، فاضرب الستة في ستة عشر ثم اقسم الستة والتسعين على الثمانية يخرج اثني عشر وهو خط.

المقصد الثاني

فيما لا يمكن الوصول إلى مسقط الحجر، وفيه أيضاً أربعة مسالك:

المسلك الأول: في الطريق الإسطرلابي

وهو أن يؤخذ ارتفاع القائم في أرض مستوية بأي وضع كان، والأحسن ثمن الدور إنْ أمكن ويستعلم ظله المٍبسوطة وكذا الموقف ثم يزاد في الظل جزءاً واحداً، أو ينقص عند جزء واحد ويوضع رأس العضادة/ (ص 154ظ) عليه فيتقدم أو يتأخر ويؤخذ الارتفاع مرّةً أخرى ويستعلم هذا الموقف أيضاً فيضرب ما بين الموقفين في مقياس الظلّ، فالحاصل مع مقدار ارتفاع البصر عن وجه الأرض هو طول القائم.

طريق آخر: يؤخذ الارتفاع ثم ينظر من ثقب الشظية العليا حتى يمرّ شعاع البصر من الثقب الآخر ويقع على الأرض والاسطرلاب على حاله فيستعلم هناك، وكذا الموقف ثم يتقدم أو يتأخر ويؤخذ الارتفاع ثانياً ويفعل كما تقدم، فمتى ضرب ما بين العلامتين فيما بين البصر والأرض وقسّم الحاصل على الفضل بين بُعد العلامتين وبُعد الموقفين خرج المطلوب.

المسلك الثاني: في الطريق الفرجاري

حصّل الانفتاح كما تقدم في المسلك الثاني من المقصد الأول واستعلم أجزائه، وكذا الموقف وتتأخر أو تتقدم، وحصّل الانفتاح ثانياً فاضرب أجزاء أحد الانفتاحين فيما بين الموقفين ثم اقسم الحاصل على الفضل بين الانفتاحين فما خرج اضربه في أجزاء الانفتاح الذي ضربته فيما بين الموقفين واقسم الحاصل على الستين يخرج المطلوب.

المسلك الثالث/ (ص 155و): **في الطريق الخشبي**

وهو أن تنصب خشبتين قائمتين على أرض مستوية على سمت نظرك إلى القائم بحيث يكون بينهما مسافة ما على سمت مدّ البصر، ثم تنظر من

أسفل الخشبة البُعدى إلى رأس القائم وتعلّم على ممر البصر من الخشبة الثانية علامة، ثم تبعد منهما وتنظر ثانياً من وجه الأرض إلى رأس القائم بحيث يمرّ شعاع البصر على الخشبتين فتعلّم على ممريه من الخشبتين علامة، ثم تضرب مساحة ما بين الخشبتين في ارتفاع علامة الخشبة الأولى وتقسّم الحاصل على فضل ذلك الارتفاع على ما بين العلامتين من الخشبة الثانية فما خرج زد عليه ما بين المنظرين ثم اضرب المجتمع في ارتفاعه علامة الأولى واقسم الحاصل على ما بين المنظرين من وجه الأرض فما خرج فهو طول القائم. مثلاً: إذا كان خط (أ ب) عمود القائم وخط (ب ط) سطح الأرض فنصبنا الخشبتين إحديهما على نقطة (جـ) والأخرى على نقطة (د)، ونظرنا من نقطة (د) إلى رأس (أ ب) فمرّ بصرنا بالخشبة الثانية على نقطة (كـ) ثم تباعدنا ونظرنا ثانياً من نقطة (ط) إلى نقطة (أ) فمرّ بصرنا بالخشبتين إما على الأولى فعلى/ (ص 155ظ) نقطة (ه) وإما على الثانية فعلى نقطة (د) فإذا كان بُعد (جـ د) ستة و (ه د) ثلاثة و (كـ د) اثنين وما بين المنظرين وهو خط (د ط) ستة ضربنا الستة في الثلاثة وقسمنا الحاصل على الواحد خرج ثمانية عشر، فإذا زدنا عليه ما بين المنظرين وهو ستة وضرب المجتمع وهو أربعة وعشرون في الثلاثة وقسمنا الحاصل وهو اثنان وسبعون على الستة خرج اثني عشر وهو طول القائم، وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل).

واعلم أنه إذا كان مسقط حجر القائم مما يمكن أن يمرّ به شعاع البصر يمكن استخراج مسافة ما بين المسقط والموقف بما مرّ في الباب الأول ثم يستخرج طول القائم بما مرّ في المقصد الأول من الطريق الإسطرلابي والفرجاري والخشبي.

المسلك الرابع: في الطريق المرآتي

ضع مرآة على الأرض مستوية/ (ص 156و) موازياً سطحها سطح الأرض، وتتأخر عنها إلى أن ترى رأس القائم فيها فعلّم على الموقف وكذا على موضع المرآة، ثم انقلها إلى موضع آخر بتقدم أو تأخر في سمت القائم وتتأخر عنها أيضاً إلى أن ترى رأسه فيها ثانياً، وعلّم على موضعي القدم والمرآة أيضاً فنسبة القامة إلى فضل ما بين الموقفين على ما بين المرآتين كنسبة القائم إلى ما بين المرآتين، فاضرب الثم فيما بين المرآتين واقسم الحاصل على الفضل المذكور خرج طول القامة.

مثلاً فرضنا أن طول القائم خط (أ ب) وطول القامة خط (كـ ط) فوضعنا المرآة على نقطة (جـ) ورأينا رأس القائم من نقطة (ط) ثم نقلناها إلى نقطة (٥) ورأينا رأسه من نقطة (كـ) فكأنه ما بين المرآتين خط (جـ ٥) وما بين الموقفين خط (ط كـ) فإذا كان خط (جـ ٥) أربعة و (ط كـ) ستة وطول القامة ثمانية ضربنا الثمانية في الأربعة وقسمنا الاثنين والثلاثين على الاثنين يخرج ستة عشر، وهو طول القائم وهذه صورته (لا يوجد أي رسم أو شكل).

قد وقع الفراغ عن يد الفقير السيد محمد الكفوي في سنة 1154هـ/ (ص 156ظ)

27.7 نصوص محمد بيرم (توفي 1259هـ/ 1843م)

1.27.7 نبذة عن حياة المؤلف

يعتبر محمد بيرم أو محمد (بيرم الثالث) بن محمد بن محمد بن حسين بيرم، أبو عبد الله من أفاضل الأسرة البيرمية بتونس، وقد تصدّر للتدريس وإفادة الطلبة، وتولى نقابة الأشراف بعد وفاة والده، كما ترأس المجلس الشرعي الحنفي، من مؤلفاته: (حاشية على المنار) و (شرح إيساغوجي) و (رسالة في كروية الأرض والخسوف والكسوف) (الزركلي، 1980م).

2.27.7 كـــروية الأرض

لقد عثرنا على نسختين من هذه الرسالة إحداهما في مكتبة الملك عبد العزيز العامة في الرياض برقم (636)، والأخرى ضمن مجموع في المكتبة الوطنية في باريس برقم (Arabe 7071).

رموز النسخ المستخدمة في التحقيق:

- ع: رمز مكتبة الملك عبد العزيز العامة، وهي المعتمدة كنسخةٍ أصل لأنها أوضح وأكمل.
- ب: رمز نسخة باريس.

وقد وجدنا أن المؤلف استخدم اختصاراً لكلمة (وحينئذ) هذا الرسم (وح). وقد كان الناسخان في كلتا النسختين أحياناً يستخدمان الاختصار وأحياناً يكتبان الكلمة، لكننا في هذا التحقيق قمنا باعتماد استخدام الكلمة بدلاً من الاختصار منعاً للالتباس أو الإشكال على القارئ.



(الشكل 13.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة حول كروية الأرض وأحوال النيرين، مخطوطة مكتبة الملك عبد العزيز العامة في الرياض

(الشكل 14.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة حول كروية الأرض وأحوال النيرين، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس

بسم الله الرحمن الرحيم. صلى الله على سيدنا محمد وآله وسلم

سبحان من تحيرت العقول في كنه مصنوعاته، ودلّ على قدرته الباهرة عظيم آياته، أتقن بحكمته نظام المخلوقات، وأمر بالتفكّر في خلق الأرض والسماوات. وأصلي وأسلم على من ألزم الحجة، وبيّن المحجة، وعلى آله وأصحابه أعلام الاقتداء وبدور الاهتداء. وبعد؛

فيقول العبد المفتقر إلى رحمة ربه الكريم الأكرم، محمد بن محمد بن محمد بيرم، قد وقع في هذا الزمان الخوض في أمرين أحدهما كون الأرض كروية أو بسيطة، <و> ثانيهما استخراج المنجمين من أحوال النيرين والنجوم وقوع حوادث يخبرون بها قبل كونها، والكسوف والخسوف قبل وقوعهما أخذاً من أمارات يعقلها المهرة العالمون منهم بقواعد الفن مع اعتقاد التأثير للّه وحده، وإنما المذكورات أمارات على ذلك لحكمة بالغة من اللّه سبحانه.

وخلاصة الكلام في الأول وهو كون الأرض كرية أو بسيطة/ (ص1) هل يلزم عليهما كفر وإيمان أم لا؟ وعلى الثاني وهو أن هل يلزم عليهما (ب – وهو أن هل يلزم عليهما) فما الراجح منهما؟ وخلاصة الكلام في الثاني وهو استخراج المنجمين (ب – وهو استخراج المنجمين) هل يلزم من تعاطيه على الوجه المذكور محذور أم لا؟ وعلى الأول فهل هو الكفر والعياذ باللّه أو الحرمة الموجبة للتعزير؟ وقد سألني من كان ينبغي حكامه (ب – وقد سألني من كان ينبغي حكامه)، ويتحتم عليّ إسعافه، أن أصرف شطراً من الزمان، للكشف عن مخدرات هذا الشأن، فاستخرت اللّه تعالى في ذلك، وابتهلت إليه سبحانه في الهداية إلى أقوم المسالك، إنه الموفق والهادي في النهاية والمبادي.

وهذا أوان الشروع في الجواب، بعون الملك الوهاب، فأقول أما الجواب عما يتعلق بالتكوير والبساطة فاعلم أولاً أن في الأرض خمسة أقوال: قيل بسيطة، وقيل كروية، وقيل تشبه (ب – تشبه) مكعباً، وقيل تشبه حميلة السيف، وقيل تشبه سمكة، ومن ثم وضعوا الإسطرلاب

الحوتي الجنوبي كما نقله الشيخ عبد الخالق عن المشايخ ونقل عنهم تصحيح القول بكرويتها وكروية السماء أيضاً، ثم القول بكروية السماء قوي جداً/ (ص2) حتى نقل الشهاب القصطكاني عن ابن حزم وابن المغاويه وجماعة حكاية الإجماع عليه فإن تم نقل هذا الإجماع بالأمر واضح، وإلا فهو آية جزالة هذا القول كما هو ظاهر.

وقد نقل الشيخ ابن عرفة (توفي 803هـ / 1400م) أيضاً تصحيحه عن المشايخ أثناء كلام فرده في تفسير قوله تعالى ﴿وَسَارِعُوٓاْ إِلَىٰ مَغۡفِرَةٖ مِّن رَّبِّكُمۡ وَجَنَّةٍ عَرۡضُهَا ٱلسَّمَٰوَٰتُ وَٱلۡأَرۡضُ﴾ (سورة آل عمرن، الآية: 133) ولفظه ابن عطية كتب هرقل إلى النبي ﷺ كتبت إليّ تدعوني إلى جنة عرضها السموات والأرض فأين النار؟ فقال النبي ﷺ سبحان الله فأين الليل والنهار؟ ثم قال والإشكال أيضاً فيها نفسها لأنها إذا كانت عرضها السموات والأرض فأين تكون هي أي الجنة؟ (ب – أي الجنة) مع أنهم قالوا إنها في السماء فكيف يحل الجرم الكبير في الصغير؟ وأجيب بوجهين:

أحدهما: أنها كعرض السماء الآن ثم يوم القيامة تبدّل الأرض غير الأرض والسموات فيحل في السماء حتى تصير أكبر من الجنة فتحلّ هي فيها، أقول خلاصة هذا الجواب أنّ وجه الجنة بما ذكر إنما هو في المستقبل أعني يوم القيامة لا الآن، وإلا عاد/ (ص3) الإشكال بناء على الراجح من الخلاف أن الجنة والنار مخلوقتان الآن، وإن لم يترتب على الخلاف المذكور كفر ولا إيمان، وهذه إحدى خلافيات لا يترتب عليها شيء من ذلك، ومنها كون السماء والأرض كرويتين أولاً كما صرح بذلك جمع من العلماء منهم الشيخ ابن عرفة في تفسيره، وبهذا يظهر الجواب عن بعض فصول السؤال ويؤيده ما سيأتي عن الشهاب.

الجواب الثاني: قال ابن عطية أنها فوق السموات وأنّ السموات بالنسبة إليها كحلقة ملقاة في فلاة من الأرض، وهكذا كل سماء أكبر من

الأرض التي تحتها تشبه ثرية مقلوبة ونحوه. ذكر مكي في سورة الطلاق والحديد، ثم قال وقوله: إذا جاء الليل أين يكون النهار؟ قلنا إنّ السماء كرية فنقول يصير الليل عند قوم آخرين، وإنما يبقى الإشكال إذا كانت بسيطة وقلنا إن الظلمة أمر وجودي لكن الذي اختاره الشيوخ أنّها كروية الشكل (ب + الشكل) انتهى (ب – انتهى).

المقصود منه وأقول القائل أن يقول كما لا يندمج الإشكال بمجرد كون السماء كروية بل حتى تكون الأرض كروية أيضاً، لأنه لو لم يكن الأمر كذلك لاستوى القوم كلهم ولم يكن الليل عند قوم/(ص 4) آخرين لأنّ الظاهر أنّ المراد بالقوم الآخرين بعض من على وجه الأرض، ولا يكون الأمر كذلك إلا إذا كانت كروية، فلو قال قائل إنّ هذا من مرجحات كرويّة الأرض إذ به يندفع ذلك الإشكال لم يبعد، وهذه نعمة غير مترقبة إذ البحث عن كروية السماء خارج عن فصول السؤال، ولنقتصر على البحث عما يتعلق بالقولين الأولين من تلك الأقوال الخمسة لشهرتها ولكونها المسؤول عنها فنقول: هما قولان مشهوران ذهب إلى كل منهما جمعٌ عظيمٌ لا يحصى كثرةً من أعلام أئمة السُّنة كما يعترف بذلك المطلع المنصف، وإنما الشاقّ في الجمع بينهما أو ترجيح أحدهما وسيأتيها نبأ ذلك ومنشأ الخلاف ثبوت نصوص تقتضي ظواهرها البساطة كقوله تعالى ﴿وَهُوَ ٱلَّذِى مَدَّ ٱلْأَرْضَ﴾ (سورة الرعد، الآية: 3) وقوله ﴿ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا﴾ (سورة البقرة، الآية: 22) ووجود براهين آنية ولمية تقتضي الكروية بعضها مفصل في الكتب الحكمية 006م، (ب + والحكمية وات) والكلامية. وبعضها يُحكى في الكتب الفقهية لا على وجه الاستدلال به على ذلك، بل في طي تصديهم لما هم بصدده من بيان الأحكام الشرعية الفرعية؛ أما الأول فمنه ما ذكره الطوسي (توفي 672هـ/ 1274م) في تذكرته وأقرّه شارحه/(ص 5) السيد السند قدس سره وهذا لفظهما، وتقدم هذا مع ما عطف عليه مبتدأ خبره

قوله يدل على استدارة الأرض جملةً، أي وتقدم طلوع الكواكب وغروبها للمشرقين على طلوعها وغروبها للمغربين يدل على استدارة الأرض فيما بين الخافقين استدارة حدْسيةً (ع: حسنة)، إذْ لو كانت مستوية فيما بينهما لكان الطلوع على الجميع والغروب عنهم دفعة واحدة، ولو كانت مقعرة لانعكس الأمر في الطلوع والغروب، وإنما علم ذلك التقدم بأرصاد الحوادث الفلكية من الخسوفات القمرية وغيرها، فإنها إنما تكون في وقت واحد وهي مختلفة بالنسبة إلى ساعات الليل، فلو كان الخسوف للقمر مثلاً للمغربين بعد ساعتين من أول الليل كان للمشرقين بعد ثلاث ساعات إذا المسكنان في سمت واحد بين المشرق والمغرب وكان بينهما ألف ميل على ما حرروه، لأن الساعة بألف ميل على ما حرروه، فقد تقدم غروب الشمس عن المشرقين على غروبها عن المغربين بساعة فتعين أن الأرض في هذا الامتداد محدبة.

وأمّا أنّ تحدبها كروي فقد أشار إليه بقوله وزيادة، ذلك المتقدم ونقصانه/(ص 6) بحسب بُعد المسافة وقربها، فإذا كان بين مسكنين من تلك المساكن ألف ميل كان التقدم بساعتين، وإذا كان خمسمائة ميل كان التقدم بنصف ساعة وعلى هذا القياس يظهر أن انحداب سطحها الظاهر على نسقٍ واحد وهو الاستدارة الكروية، وهذا استدلال على أنّ استدارتها بين المشرق والمغرب.

وأما استدارتها بين الشمال والجنوب فقد أشار إليه بقوله وازدياد ارتفاع القطب والكواكب الشمالية وانحطاط القطب والكواكب الجنوبية للواغلين في الشمال، وبالعكس في الجنوبية بحسب وغولها يدل على استدارة الأرض فيما بين الشمال والجنوب فإنها لو كانت مستوية في هذا الامتداد لم يزدد بالوغول ارتفاع وانحطاط، ولو كانت مقعرة لانعكس الأمر في الارتفاع والانحطاط يدل على استدارة الأرض جملةً، أي بجملتها في جميع جوانبها كما فصلناه انتهى.

وقد لخّص هذا البرهان الشيخ السنوسي (توفي 895هـ / 1490م) في شرح منظومة ابن الحبّاك وارتضاه، وقد رأينا(ع – رأينا) أن نستغني عن لفظه بما ذكرناه، وإنما قلنا إنه برهان لأنّ مقدماته بعضها حسّي وبعضها حدّسي أو(ع: و) كلها حسّية، وهي من اليقينيات التي هي مواهب (ب: مواد) البرهان/ (ص 7) كما دوّن في محلّه، وإنما قلنا إنّه آني لأن التقدم والازدياد المذكورين علة في الذهن دون الخارج، وأمّا البراهين اللمية فهي مبسوطة في محالها مرتبة على قانون النظر مبرهن على صغريات أقيستها وكبرياتها بما يطول جلبه، فليرجع إليه من رام الوقوف عليه في شروح الجغميني (توفي 618 هـ؟ /1221م)، وفي الإشارات (أي كتاب (الإشارات والتنبيهات) لابن سينا) للشيخ الرئيس.

وأمّا ما حكي في الكتب الفقهية فمنها اختلاف مطالع الأهلة المجمع على ثبوته، ومن ثم دونوا أحكامه فاختلفوا في أنّ ثبوت الهلال بقِطْرٍ هل ينسحب على الناس كافة أو يقتصر على أهل ذلك القطر؟ والأصح عندهم الأول احتياطاً، وإن كان الثاني متيناً ذهب إليه شمس الأئمة السرخسي (توفي 483هـ /1090م) وقيل في شأنه إنه الأشبه؛ ففي شرح الكنز للفاضل العيني (توفي 855هـ/ 1451م) عند قول المتن ولا عبرة لاختلاف المطالع بل إذا ثبت في قطرٍ لزم سائر الناس، وقيل يختلف باختلاف المطالع وهو منقول عن شمس الأئمة السرخسي وهو الأشبه. وإن كان الأول هو الأصح للاحتياط، لأنّ انفصال الهلال من شعاع الشمس يختلف باختلاف الأقطار كما في دخول الوقت وخروجه حتى إذا زالت الشمس في/(ص 8) المشرق لا يلزم أنْ تزول في المغرب، وكذا طلوع الشمس الفجر وغروب الشمس، بل كلما تحركت الشمس درجة فذلك طلوع فجر لقوم وطلوع شمس لآخرين وغروب لبعض ونصف ليل لآخرين، وهذا مثبت في علم الأفلاك والهيئة انتهى.

ومثله فيما يتعلق باختلاف المطالع في الفتح وشرح النقاية للشمني (توفي 872هـ / 1468م) وشرح المجمع لابن ملك (توفي 801 هـ/ 1398م)

وما ذكره الأصحاب من اختلاف أوقات الصلوات باختلاف الأقطار، قصّ عليه فقهاء المالكية أيضاً، بل بعض المشايخ الصوفية منهم وفي الإبريز بعد نقل مؤلفه عن شيخه نفائس تتعلق بساعة الجمعة ما نصه قال رضي الله عنه لما كان قيام النبي صلى الله عليه وسلم خطيباً متضرعاً خاشعاً لله تعالى لا يعد له شيء. حصل للوقت الذي قام فيه عليه السلام شرف عظيم ونور كبير، فصار ذلك الوقت بمثابة ساعة الإجابة أو أفضل، فمن فاتته ساعة الجمعة وأدرك ساعة وقوفه صلى الله عليه وسلم لم يضع له شيء، ولهذا لم يأمر النبي صلى عليه وسلم بنقل الخطبة إلى ساعة الجمعة كلما انتقلت، لأنّ ساعته عليه السلام لا تنتقل فكانت أولى بالاعتبار/(ص 9) من ساعة الجمعة التي تنتقل لما في ذلك أعني عدم (ع: من عدم أعني) نقل الخطبة من الرفق بالأمة المشرّفة، وأيضاً فإن أمر ساعة الجمعة غيبٌ وسرّ لا يطّلع عليه إلا الخواصّ، وساعته عليه السلام ظاهرة مضبوطة بالزوال لا تخفى على أحد فكانت أولى بالاعتبار، وعلى هذا فمن لم يصلّ الجمعة عند الزوال وكانت عادته أن يؤخّرها فقد فرط في ساعة النبي صلى الله عليه وسلم يقيناً وهو على شك في إدراك ساعة الجمعة فقد ضيع اليقين بالشك وذلك تفريط عظيم نسأل الله تعالى التوفيق لما نهجه صلى الله عليه وسلم.

فقلت ونحن بالمغرب إذا خطبنا عند الزوال وأردنا مصادفة ساعة النبي صلى الله عليه وسلم لا ندركها لأن زوالنا يتأخر عن زوال المدينة بكثير فكيف الحيلة؟ فقال رضي الله عنه زوال سرّ ساعته صلى الله عليه وسلم سارٍ في سائر الزوالات مطلقاً فلا يعتبر زوال دون زوال كما لا يعتبر غروب دون غروب، بل المعتبر طلوع كل قطر وغروب كل مكان، فإنا نصلي الصبح على فجرنا لا على فجر المدينة المنورة ونفطر على غروبنا لا على غروبها وهكذا سائر الأحكام المضافة إلى الأوقات/ (ص 10).

ومن جملة ذلك الزوال هذا كلامه رضي الله عنه جلبناه بطوله لما اشتمل عليه من الفوائد ولا يمترى في أن اختلاف المطالع وما عطف عليه مبنيّ على

التكوير لا يعقل له سبب عاديّ سواه، وهو الذي يكاد ينطق به قول السيد السابق في اقتضاء تقدّم الطلوع والغروب للمشرقين على المغربين للاستدارة (ع: للإشكال) فيما بين الخافقين، إذ لو كانت مستوية فيما بينهما لكان الطلوع على الجميع والغروب عنهم دفعة واحدة، فقد جُعل استواءها مقتضياً لعدم الاختلاف في الطلوع والغروب فيكون عدم استوائها بمعنى استدارتها وكرويتها مقتضياً للاختلاف فيهما بناء على ما هو حق العلة من مساواتها للمعلول وجوداً وعدماً وذلك هو المطلوب.

إذا تمهدت هذه المقدمات فنقول القول الفصل عندي في المسألة إن ها هنا طريقين يجول الفكر في أيهما شاء: **الأول**: طريق الجمع بين القولين بحمل القول به بالبساطة على ما يظهر للرأي من ظاهر الأرض من كونها مسطحة، وهو يجامع شبه التكوير في شبه (ب – شبه) الكرة المتسعة العظيمة الخلقة على ما صرّح به/(ص 11) الأئمة وسيأتي نقله ويحمل القول بالتكوير على شبه به لا على حقيقته وهو المراد عند المحققين كما سنقف عليه؛ فالاختلاف في المعنى وعلى هذا ففي الأرض جهة بساطة وجهة تكوير؛ فعلى الأول تحمل ظاهر النصوص الدالة على البساطة وعلى الثاني تحمل أدلة التكوير فإنها إنما تنتج ذلك دون التكوير الحقيقي كما حققه بعض الأفاضل.

وبناء النصوص على الظاهر الذي يفهمه عموم المرسل إليهم دون دقائق الحكمة وخطابهم بقدر عقولهم أمر معلوم من الشريعة يشهد لذلك ما قاله علماء المعاني في قوله تعالى ﴿يَسْـَٔلُونَكَ عَنِ ٱلْأَهِلَّةِ قُلْ هِىَ مَوَٰقِيتُ لِلنَّاسِ وَٱلْحَجِّ﴾ (سورة البقرة، الآية: 189) وغير ذلك مما يطول بنا جلبه وإن لم يفتنا لبّه، وهذه الطريقة ملتمية من كلام أربعة فحول مسلّمة لهم الإمامة في المنقول والمعقول وهم السعد (توفي 793 هـ / 1390 م) والعضد وابن عرفة والشهاب الخفاجي (توفي 1069هـ / 1659م)، فشكر فيه سعيهم (ب + فشكر فيه سعيهم).

أما الأول فقال في المقاصد وهي -أي الأرض- مع الماء بمنزلة كرة واحدة مركزها مركز العالم، وليست الأرض على حقيقة الاستدارة لما فيها من الجبال والوهاد، وما يقال إن ذلك لا يقدح في كرويتها. معناه أنه ليس لتضاريس الأرض/(ص 12. | يوجد هنا خطأ في ترقيم صفحات نسخة مكتبة الملك عبد العزيز، ولا يوجد نقص في عدد الصفحات؛ إذْ بدلاً من وضع الرقم 12 وضع الرقم 15. لذلك سنكمل الترقيم هنا بالشكل الصحيح المتسلسل) من الجبال نسبة محسوسة إليها، لأن نسبة أعظم جبل على الأرض وهو ما ارتفاعه فرسخان وثلث على ما ذكره بعض المهندسين إلى الأرض كنسبة سُبع عرض شعيرة إلى كرة قطرها ذراع بالتقريب، وأمّا الكرة بحسب الحقيقة فيقدح فيها أقل من ذلك، لأنّ معناها أن تكون جميع الخطوط الخارجة من المركز إلى المحيط متساوية بحسب التحقيق لا بمجرد التقريب هذا بعضه.

وأمّا **الثاني** فقال في تفسير قوله تعالى ﴿ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً﴾ (سورة البقرة، الآية: 22-23)، قد يستدل بالآية على كون الأرض مسطحة والاستدلال لا يتم، لأن كونها كروية لا ينافي كونها كالفراش لعظم جرمها واتساعها، كما أن الجبال مع كونها أوتاداً لا ينافي ذلك انتهى.

وأمّا **الثالث** فقال في تفسير قوله تعالى ﴿وَهُوَ ٱلَّذِى مَدَّ ٱلْأَرْضَ﴾ (سورة الرعد، الآية: 3) استدل بعضهم بهذا على أن الأرض بسيطة ولا دليل له في ذلك، لأن الكرة (ب – الكرة) الحقيقية لا تمكّن إقامة الزوايا والخطوط عليها بوجه، ونحن نجد الأرض تقام عليها الخطوط وغير ذلك ونراها مستوية وذلك من أدلّ دليل على أنها وإنْ كانت كروية فإنها ليست كالكرة الحقيقية بل أعلاها مستوٍ/(ص 13) كبعض الكور التي تكون بسطها مستوياً انتهى.

يعني أن الآية لا تنافي القول بالتكوير غير (في نسخة ب ونسخة ع: الغير. وهو خطأ، لأن (غير) لا تعرّف بأل) الحقيقي لأنه يجامع نوع بسيط. وتسطيح أي وعليه تحمل الآية ونحوها لا البساطة الصرفة كما ظن. وقوله ليست كالكرة الحقيقية موافق لما مرّ عن المقاصد.

وأما الرابع فقال عند قول القاضي في تفسير قوله تعالى ﴿وَٱللَّهُ جَعَلَ لَكُمُ ٱلۡأَرۡضَ بِسَاطٗا﴾ (سورة نوح، الآية: 19)، تتقلبون عليها أشار به إلى وجه التشبيه بالبساط وهو الكون عليه والتقلب فوقه، وأنه ليس فيه دلالة على أنّ الأرض بسيطة أو كروية كما قيل، لأنّ الكرة العظيمة يَرَى كل من عليها ما يليه مسطحاً، وإثبات الكرة ونفيها ليس بأمر لازم في الشريعة انتهى.

وقد تلخص من كلام هؤلاء الأعلام ما يتضح به ذلك المرام من أن (ب: وأنّ) الاستدلال على البساطة بتلك الآيات ليس من القضايا المسلمات، ويرجّح هذا المسلك، أن فيه أعمال الدليلين بقدر الطاقة وبه يتعارض النقل والعقل ولا يجد حينئذ المشهود له شاهده، فإن شاء العقل أن يكون شاهداً للنقل عارضاً له لا يقال تمام هذه الطريقة مبني على حمل البساطة التي/ (ص 14) دلّت عليها الأدلة على غير الصرفة وهو حمل لمطلقها على خلاف ما يقتضيه من كامل الإفراد، وأيضاً أدلة البساطة ظواهر تكاثرت كل ما كان كذلك أفادت قطعاً أو ظناً بما هو ظاهر فيه فهذه تعبير قطعاً أو ظناً بما هي ظاهرة فيه من البساطة وهو المطلوب.

لأنا نقول أمّا الجواب عن الأول وهو أنّا لا نسلّم أن المطلق يقتضي وصف الكمال وكفاك دليلاً على ذلك ما تقرر في الأصول من أنّ المطلق لا يدلّ على الصفات لا بالنفي ولا بالإثبات، والكمال منها وهي من مسائل التلويح وغيره ولو سلم اقتضاءه لما ذكر بالمحذور هو الصرف بلا صارف، وما هنا ليس كذلك كما تبين مما سبق.

وأما الجواب عن الثاني فيمنع صغراه القائلة إن تلك الأدلة ظواهر تكاثرت، وذلك أنّا لا نسلم ظهور كثير منها في البساطة فإنك تجد لكثير من

تلك الألفاظ معاني كثيرة متساوية الاقداح لا تتم الدلالة على ذلك المطلوب إلا ببعضها دون بعض، وليس هذا شأن الظواهر كما يُعلم من استقرائها، ودراية كلام الأئمة فيها مما يطول استقصاءه، أو منع كبراه القائلة وكلما كان كذلك/ (ص 15) إلخ، لأنّ محل إفادته لما ذكر إذا سلم من المعارض، وقد علمت وجوده بما تقدم من تلك البراهين وغيرها الدالة على التكوير.

فإن قلت: الشأن في صلاحيتها للمعارضة.

قلت: كيف لا تصلح لذلك وهي براهين عقلية لمية وآنية مفادها اليقين ولئن سلّمنا عدم إفادتها اليقين فلا أقل من أن تفيد ظناً، وهو كاف في مقام قيل في شأنه تارةً أنه لا يترتب عليه كفر ولا إيمان. وأخرى أنه ليس بأمرٍ لازم في الشريعة فإذا لم تُنْتج هذه الأدلة سوى الظن كان نهاية الطاقة البشرية في معرفة حال هذا الموجود، وعلى هذا لا تتوجه شكوك أوردت على بعض تلك الأدلة بقولهم لجواز أن يكون كذا لعلة أخرى ولسبب آخر فإن مجرد احتمال عقلي غير ناشئٍ عن دليل لشيء لم يتكشف حاله ولم تعلم ملائمته للمطلوب لا يؤثر في جانب ظن العلية فيما عقلوه كما يُعلم من كلام الأصوليين في مباحث مسالك العلة، وحينئذ (ب: وح) لا يحتاج إلى الخوض بين ردها إذْ لا أثر لها من الأصل. وبالجملة فبعد تسليم ظهور أدلة البساطة وكثرتها الموجبة قطعاً/ (ص 16) أو ظناً فإنها معارضة بكثرة أخرى توجب مثل ذلك في خلافه بلا مخلص إلا بالجمع الذي سلكناه.

هذا خلاصة الطريق الأول، وأما الطريق الثاني فمبني على كون الخلاف حقيقياً وحينئذ نقول القول بكروية الأرض ليس ضعيفاً بل ذهب إليه جمع من أئمةٍ السنة وصرّح بعضهم بتصحيحه كما تقدم نقله وعليه عوّل العضد وابن عرفة في تفسيرهما، حتى قال الأول في تفسيره بعد كلام قرّره ليس في النصوص ما يدلّ بالقطع على أنها غير مستديرة وكل الدليل من وجوه على استدارتها.

وفي كتاب (مباهج الفكر ومناهج العبر) للكتبي (الوطواط توفي 718هـ / 1318م) بعد ما حكى صفة الأرض أقوال كثيرة ما قصدوا نحو الذي تقوم عليه البراهين البساطة والحجج القاطعة أنها كروية إلى آخر كلامه فانظر(ب - وفي كتاب مباهج الفكر ومناهج العبر للمكتبي بعد ما حكى صفة الأرض أقوال كثيرة ما قصدوا نحو الذي تقوم عليه البراهين البساطة والحجج القاطعة أنها كروية إلى آخر كلامه فانظر) فلم يكن هؤلاء الأعلام مع جلالة قدرهم وجزالة علمهم لينصروا هذا القول مع كونه واهياً ويذكره البعض منهم في تفسير كلام الله تعالى فجلّ مقامهم عن مثل ذلك، ولا يتوهم عدم اطلاعهم على النصوص والآثار الدالة بحسب الظاهر على خلافه وإنما الشأن فيما يتعلق بها عندهم من جهتي الرواية والدراية، فلا يسوغ/(ص 17) لنا الخدش في آرائهم بما نفهمه من ظواهر تلك النصوص، كما لا يسوغ القدح بمثل ذلك لأحد فيما يذهب (ب: ذهب) إليه المجتهد.

فإن قلت: يرجح القول بالبساطة أنه يُؤْثَرُ عن ابن عباس رضي الله عنهما. قلت: جواب ذلك أنه لا يسوّغ للمقلّد بعد اطلاعه على تصحيح شيء من أولي التصحيح من أهل المذاهب الأربعة التمسك في إثبات خلافه ببعض أقوال الصحابة، وذلك لما مرّ جوابه من أنه أرباب المذاهب الأربعة دونت مقالاتهم وضبطت آثارهم (ب: آراؤهم) وشاع نقل تفاصيلها إلينا بخلاف مذاهب غيرهم، ومن ثم لا يسوغ لنا، لأن الإفتاء بها يُؤْثَر عن ابن عباس رضي الله عنهما في مسألة الاستثناء في اليمين، وما ذلك إلا بما ذكرنا فقد ذكر بعض العلماء أنه نقل عنه رضي الله عنه أنه قال أيضاً ذلك من خصائصه صلى الله عليه وسلم، نقله الجلال السيوطي (توفي 911هـ / 1505م) في إكليله فانظر إلى هذا الاضطراب في النقل عنه المانع من التقليد، وكذا القول في هذه مسألة.

وقد نقل عنه أيضاً أنه قائل باختلاف المطالع ذاهب إلى أنّ ثبوت الهلال بقطر غير منسحب على الكافة كما/ (ص 18) صرح به المحقق ابن الهمام (توفي 861هـ / 1457م) وغيره وقد علمت أنه مبنيّ على

التكوير فيكون مذهبه على التحقيق غير معلوم لنا. هذا وأما أهل الأسرار والأنوار كأبي العباس البوني (توفي 622هـ / 1225م) والشيخ الأكبر ابن عربي الحاتمي (توفي 638هـ / 1240م) وصدر الدين القونوي (توفي 673هـ / 1275م) وغيرهم من أهل البصائر، وقد صوروا كرة العالم بأسره وصوروا في خلالها كرة الأرض تصويراً حسناً وبينوا جميع طبقاتها وما في كل طبقة من المخلوقات على التفصيل وكل طبقة مستديرة حتى تنتهي إلى صخرة في مركز كرة الأرض وفي جوف تلك الصخرة حيوان في فمه ورقة خضراء يسبح الله ويحمده فتبارك الله أحسن الخالقين.

فناهيك بقول دلت عليه الدلائل العقلية ورجحته أعلام من أئمة السنة الأحمدية وشهد له الكشف من السادة الصوفية، فإن هذه المرجّحات فلا تجتمع في مقام فالحمد لله على كشف المرام. ومن ألمّ بحاصل ما ذكرناه علم أن معرفة الحق في هذه المسألة ناشئة عن القواعد والدلائل عن مجرد النسبة إلى القائل حتى يرد أنّ الرجال تعرف بالحق لا الحق بالرجال، على أنّ هذا وإنْ لهج به أقوامٌ فقد منعه المحققون وقالوا/ (ص 19) إنّ معرفة الحق بالرجال الذين يعرف الحق بهم هو الحق الذي لا محيد للمقلد عنه. وقد يرجح المسلك الثاني بشهرة الخلاف المبنية عن كونه حقيقياً هذا ما يتعلق بالجواب عن الفصل الأول.

وأمّا الجواب عن الثاني فهو أنّ الكفر غير لازم مع اعتقاد التأثير لله وحده كما هو الموضوع وفي حرمة التوغل في العلم المذكور ما سيرد عليك من كلام أئمتنا رحمهم الله تعالى، وإن أردت تحقيق المقام فاسمع لما يتلى عليك من الكلام؛ فنقول في الفتاوي الصوفية نقلاً عن (الجامع الكبير في معالم التفسير) في قوله تعالى ﴿وَمَا كَانَ ٱللَّهُ لِيُطۡلِعَكُمۡ عَلَى ٱلۡغَيۡبِ﴾ (سورة آل عمران، الآية: 179) الآية قال الفقيه رضي الله عنه: الناس فيما يقوله المنجم من المقالات على طريقتين منهم من قال كفر كل منجم وسمّي ما يقوله غيباً فاستدل بالخبر ﴿من أتى كاهناً أو عرّافاً

فصدّقه فقد كفر بما أنزل على محمد ﷺ (رواه أصحاب السنن وصححه الحاكم عن أبي هريرة)، ومنهم من قال ليس كذلك بل هذا إلى وجهين فإن جعلها مختارات فاعلات بأنفسها فذلك كفر صريح، وإنْ قال إنّها مخلوقات الباري جلّ جلاله مسخرات وهي دليل على بعض الأشياء فإنه لا يعد كفراً وليس هذا من دعوى/(ص 20) الغيب في شيء، لأنّ الغيب ما لا يدل عليه شيء، أمّا ما يُعرف بنحو الحساب فليس بغيب، كما أنّ صُبْرَةٌ (ما جمع من الطعام بلا كيل ووزن) من المكيلات أو الموزونات أو المعدودات لو عرف مقداره بالكيل أو الوزن أو العدّ لم يكن ذلك علم بالغيب. وأيضاً إذا أصابوا شيئاً بحسبانهم كان ذاك قولاً منهم بغالب الظن وغالب الظن ليس علماً بالغيب، لأنّ المحققين من المنجمين على اختلاف طبقاتهم وتفاوت مقالاتهم مجمعون على أنّ تلك الأحكام لا تكون عن يقين بل عن غالب ظن، قالوا والعلة في ذلك أنّ هذه الأجرام العلوية يحتاج الحاسب إلى معرفة مساحتها وقدر سيرها ومطرح شعاعها، وهي مدورات على أقوالهم ومساحة المدوّر لا تعرف على التحقيق بل على التقريب، لأنّ الأرض المدوّرة إذا مُسحت كانت مساحتها على التقريب لا التحقيق، فما في السماء أولى بذلك فلم يكن علماً بالغيب بل هو على قولٍ بغالب الظن فمنهم المخطئ والمصيب.

وأما قول النبي ﷺ من أتى كاهناً أو عرافاً فصدّقه. .. إلخ، إنْ ثبت الخبر فهو محمول على كهان العرب والعرافيين منهم على عهد النبي ﷺ كانوا كفاراً ومشركين/ (ص 21) يزعمون أن التأثير للفلك الأعظم وأنه هو الفاعل بنفسه، فمن قال مثل قولهم أو صدقهم فيما قالوا فهو كافر بما أنزل على محمد، أما إذا صدقهم في الحساب مع إقراره بأنها أمارات فلا يكفر، هذا هو أصل المذهب فاحفظه فإنه باب كبير من العلم انتهى.

وفي عمدة القاري (أي كتاب (عمدة القاري في شرح البخاري) لبدر الدين العيني) في باب النجوم من بدأ الخلق ما نصه: وفي كتاب الأنواء لأبي حنيفة (توفي 282هـ / 895م) المنكر في الذم من النجوم ونسبة الأمر

إلى الكواكب وأنّها هي المؤثرة، وأما من نسب التأثير إلى صانعها وزعم أنه نصبها أعلام وصيرها آثاراً لما يحدث فلا جناح عليه انتهى (ب – وفي عمدة القاري. ... فلا جناح عليه انتهى).

وفي كتاب صفة الإيمان للفاضل الأندلسي ما يؤيد هذا، فإنه بعد أن نقل عن العقيدة السمرقندية أن ما يدّعيه المنجم والكاهن والرّمّال ومن يجري مجراهم لا اعتبار به، وتصديقهم فيما يخبرون عن الغيب كفر. نقل أيضاً عن شرح العقائد للفاضل النجاري وآخر ما حاصله أن كون تصديقه كفراً إنما هو إذا ادعى العلم القطعي الذي لا يتخلّف من غير أمارة كما يشير إليه بتفسيره بالعلم أو ادعى تأثير ذلك في الكائنات، فإن لم يعتقد تأثيراً ولا ادعى علماً قطعياً من غير علامة بل الظن أنّها (ب: وأنها) / (ص 22) علامات عادية جرت بها عادة الله تعالى والمؤثر هو الله فلا يكفر، لكن قال بعض المالكية يؤدّب انتهى.

ثم نقل عن جامع الفتاوي أن الشخص لو قال أنا أعلم المسروقات يكفر، ولو قال أنا أخبر عن أخبار الجن يكفر، لأن الجن كالأنس لا يعلمون الغيب انتهى.

أقول قد جرت عادتهم بأنهم يستشهدون على ذلك بواقعة سيدنا سليمان عليه السلام حيث لم يعلمها الجن ونطق النص بعدم معرفتهم الغيب. وها هنا بحث لا يزال يختلج في الصدر هو أنه كيف يكفر من يقول أخبرني جني عن هذا الشيء المسروقات الذي سرقه فلان معللاً بأنه من الغيب والجن كالأنس لا يعلمونه وذلك لأنّ السرقة من الكوائن (ب – الكوائن) الماضية التي تحققت ودخلت في الوجود، ومثل هذا مما جعل الله للعباد السبيل إلى دركه والاطلاع عليه فلا يكون علمها علماً بالغيب إذ هو ما لم يجعل العادة لدركه سبيل كما مرّ. وحينئذ فما المانع من حضور الجني موضع السرقة كيف أخذها وإن لم يره السارق ولا غيره فيخبر (ب: فيخرج) حينئذٍ عن عيان، وما هو في هذا الاطلاع إلّا كإنسيٍ

اختفى في ذلك المكان بحيلة تمت له حتى شاهد قبض السارق/ (ص 23) يده على المسروق وذهابه به، أفيقال هذا الإنسي إذا أخبر بما رآه أنه يدّعي علم الغيب؟

وأما واقعة السيد سليمان عليه السلام فليست من هذا الباب، <فقد> كان الموت غير مشاهد بالعيان وإنما يستدلّ عليه بأمارات ترشد إليه، وربما خفي أمره معها على من هو بلصق الميت حتى يحصل إليه الشك في أمره، أما من هو بعيد عنه يهاب الدنو منه مع انتفاء الأمارات الدّالة عليه كما في هذه القصة من وقوفه عليه السلام على عصاه المدة الطويلة فمن أين يُعلم بموته؟ فلو ادعى مدّعٍ العلم بموت من هذا حاله كان مدعياً علم الغيب لا محالة، ولا يعلم الَغيب إنسٌ ولا جنّ فكيف يستدلّ بعدم علم الجن بقبض ملك الموت روح هذا السيد في هذه الحالة على عدم علمه بالسرقة لتي رءاها عياناً ويجعل الحل من باب الغيب، اللهم إلا أن يكون كلامهم فيمن يدعي علم جميع المسروقات وأنّ الجن تعلم كل سرقة في العالم بتأمله هذا.

وقد استظهر العلامة الاندلسي تبعاً لبعض الشافعية أن دعوى علم الغيب في جزئية أو جزئيات لا يكون كفراً إنما الكُفر دعوى/(ص 24) علم الجميع، وإنْ كان النص عندنا بخلافه كما اعترف به نفسه حيث قال: جزم الأصحاب في الفتاوي بأن من قيل له أتعلم الغيب فقال نعم يكفر، يريدون لتضمّن قوله نعم تكذيب النص، أعني قوله تعالى ﴿وَعِندَهُۥ مَفَاتِحُ ٱلۡغَيۡبِ لَا يَعۡلَمُهَآ إِلَّا هُوَ﴾ (سورة الأنعام، الآية: 59) وقوله جل ذكره ﴿عَٰلِمُ ٱلۡغَيۡبِ فَلَا يُظۡهِرُ عَلَىٰ غَيۡبِهِۦٓ أَحَدًا ٢٦ إِلَّا مَنِ ٱرۡتَضَىٰ مِن رَّسُولٍ﴾ (سورة الجن، الآية: 26) قلتُ والظاهر عندي ما صوّبه بعض الشافعية (ع: الشامية) أنّه لا يكفي لصدقه بكونه يعلم الغيب في قضية، وهذا ليس خاصاً بالرسل بل يمكن وجوده لغيرهم من الصدّيقين كما وقع لكثير منهم واشتهر، والذي اختص الله تعالى وتقدير به إنما هو علم الجميع، وعلم مفاتح الغيب المشار إليها بقوله تعالى ﴿إِنَّ ٱللَّهَ عِندَهُۥ

﴿عِلْمُ ٱلسَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ ٱلْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي ٱلْأَرْحَامِ﴾ (سورة لقمان، الآية: 34) الآية وينتج من هذا التقرير أن المراد من علم الغيب في قضية أو قضايا لا يكفّر ومن ادعى علم سائرها يكفّر انتهى المقصود منه.

فإنّ قلت قد تحصل من هذا المنقول أن في كفر المنجّم مع عدم اعتقاد التأثير خلافاً حسبما يُعلم من عبارة الجامع المتقدمة فكيف جزمت في صدر الجواب بعدم كفره؟ بل كان الوجه الوجيه حكاية/ (ص 25) الخلاف فيه، قلت: أمّا أولاً فلما يقتضيه كلام الجامع من ترجيح عدم كفره حيث صرّح بأنه ظاهر المذهب الذي عنه لا يذهب وأمر بحفظه، وأنه باب كبير من العلم فلا معدل للمقلد حينئذٍ عنه.

وأما ثانياً فلبناء مقابلة على أن ذلك من علم الغيب، وقد علمت ما فيه من أنه عمل بالدلائل بل والأمارات ولا شيء من علم الغيب، كذلك لا يقال لا نسلّم أنّ ما يستندون إليه من قبيل الدلائل والأمارات لأنا نقول بعد التسليم بغاية الأمر أنّهم أخطأوا فيما استندوا إليه، وظنوا غير الدليل دليلاً ومن كان كذلك غير مدع علم الغيب إنما مدعيه من لا يعرج على دليل عليه، وهذا كله بناء على ظاهر المذهب من كفر من ادعى علم الغيب.

أما على ما اختاره العلامة الأندلسي فالأمر أجلى وأظهر.

وأما ثانياً فعلى تقدير تكافئ القولين يتغير الافتاء بما ذكرنا لما في بحث المكفرات من القباوي أنه إذا كان في التكفير خلاف أو كان في المقام احتمالات ينتهي الكفر على بعضها فعلى المفتي أن يميل إلى عدم التكفير لأن الإسلام يعلوا ولا يُعلى <عليه> وإخراج المسلم من دينه/ (ص 26) أصعب من كل صعب.

بقي الكلام في أنّه هل يحرم التعمق والتوغل في علم النجوم على الوجه المشروح في السؤال؟ أو يحلّ كلامهم فيه متعارض؟ فمن الأول ما ذكره التمرتاشي (توفي نحو 610هـ / نحو 1214م) في كراهية منعه (ع:

معينه) من قوله رجل أراد أن يتعلم علم النجوم فإن كان يتعلم مقدار ما يعرف به مواقيت الصلاة والقبلة فلا بأس به، لأنه محتاج إليه لأداء الصلاة وما عدى ذلك حرام.

ومن الثاني ما ذكره صاحب الهداية في كراهية مختارات النوازل من قوله وأما علم النجوم وهو في نفسه حسن غير مذموم إلى أن قال والاستدلال بسير النجوم وحركات الأفلاك على الحوادث بقضاء اللّه وقدره جائز كاستدلال الطبيب بالغيث على الحمّة والمرض ولو لم يعتقد ذلك بقضاء اللّه أو ادعى علم الغيب بنفسه كفر انتهى.

فانظر قوله والاستدلال إلخ مع ما تقدم من قول صاحب المعين وما عدا ذلك إلخ مع الاستدلال على الحوادث مما عدا ذلك قطعاً فإنْ لم يرجّح ما ذكره صاحب الهداية فإنه لقوة دليله اقتصر عليه وهو من هو مرتبة الترجيح حسبما يعلم من كلام العلامة ابن كمال باشا (توفي 940هـ / 1534م) في بعض رسائله/ (ص 27) التي في أثنائها مراتب أصحابنا فلا أقل من الحمل على اختلاف الرواية وتكافئ القولين وحينئذ تكون المسألة اجتهادية وقد أيّد كثير من العلماء قول المفتي فيما كان كذلك هذا حرام. وجدت (ب – وجدت) القول بذلك بل حكي هكذا عن إمام دار الهجرة مالك بن أنس (توفي 179هـ / 795م) رضي اللّه عنه وعن باقي الأئمة فقد نقل الجلال السيوطي في إكليله عن ابن العربي أنه قال كره مالك وقوم أن يقول المفتي هذا حلال وهذا حرام في المسائل الاجتهادية، وإنما يقال أرى كذا وكذا ونحوه، لا يقال هذا بالنسبة إلى المجتهد كما يدل عليه التعبير بالمفتي فإنه المجتهد حقيقة وغيره سفير ومعبر (ع: مجبّر).

وقوله أرى فإن هذه العبارة وضيعة المجتهد وليس الكلام فيه بل في المقلد، لأنّا نقول إذا لم يبلغ ذلك للمجتهد مع كونه مكلفاً بما أدى إليه اجتهاده فلأن لا يسوغ للمقلد أولى وأحرى ولانحطاط مرتبة المقلد عن مرتبة المجتهد حل بعض المحققين ما قيل إنّا إذا سُئلنا (ب: سألنا)

عن مذهبنا ومذهب غيرنا نقول مذهبنا صواب يحتمل الخطأ ومذهب غيرنا بالعكس على أنه وضيعة (ب – وضيعة) المجتهد لأنه صاحب المذهب، أما العامي فلا مذهب له/ (ص 28) بل الكل عنده على حد السواء وبما أوضحناه ينكشف ويظهر أن لا حظّ لهذه المسألة في باب التعزير وتغيير المنكر، لأنّ شرط ذلك أن يكون مجمعاً عليه كما وقع في كلام العلماء التصريح به والإيماء إليه.

هذا ما ظهر للذهن الكليل، واللّه يقول الحق وهو يهدي السبيل. فالحمد للّه الذي هدانا لهذا ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا اللّه. وصلى اللّه على سيدنا محمد نبيه ومصطفاه وعلى آله وصحبه ومن والاه.

28.7 نصوص إسماعيل بن عودة المزاري (توفي بعد 1315هـ/ 1897م)

1.28.7 نبذة عن حياة المؤلف

إسماعيل بن محمد المزاري مؤرخ جزائري وهو ابن أخ مصطفى بن إسماعيل، حيث إن كلاهما تولى وظيفة للأمير عبد القادر، ثم للفرنسيين بعد أن انضمّا إليهما في حدود عام 1835م، ومن بعدهما تولى المؤلف ابن عودة المزاري وظيفة الآغا للفرنسيين، له كتاب (طلوع سعد السعود في تاريخ وهران ومخزنها الأسود) (المزاري، 1990م).

2.28.7 قياس محيط الأرض وقطرها

«وحاصله أن دور الأرض في كتب الأوائل أربعة وعشرون وألف ميل ولما بلغ المأمون العباسي ذلك أراد تحقيقه أمر بني موسى الذين ينسب إليهم جبل بني موسى المشهورين وهم محمد بن موسى ابن شاكر وأخواه أحمد والحسين، وكان لهم همم عالية في تحصيل العلوم القديمة وكان

الغالب عليهم الهندسة، والحيل، والموسيقى بتحرير ذلك فسألوا عن الأراضي المتساوية فأخبروا بصحراء سنجار ووطأة الكوفة فأرسل معهم المأمون جماعة يثق إلى أقوالهم فساروا إلى صحراء سنجار وحققوا ارتفاع القطب الشمالي وضربوا هناك وتدا وربطوا فيه حبلا طويلا ومشوا إلى الجهة الشمالية على الاستواء من غير انحراف حسب الإمكان، وبقي كلما فرغ حبل نصبوا في الأرض وتدا آخر وربطوا فيه حبلاً آخر كفعلهم الأول حتى انتهوا كذلك إلى موضع قد زاد فيه ارتفاع القطب الشمالي المذكور درجة محققة ومسحوا ذلك القدر فكان ستة وستين ميلاً وثلثي ميل ثم وقفوا عند موقفهم الأول وربطوا في الوتد حبلاً ومشوا إلى جهة الجنوب من غير انحراف، وفعلوا ما شرحناه حتى انتهوا إلى موضع قد انحطّ فيه ارتفاع القطب الشمالي درجة ومسحوا ذلك القدر فكان ستة وستين ميلا وثلثي ميل ثم عادوا إلى المأمون وأخبروه بذلك فأراد المأمون تحقيق ذلك في موضع آخر فسيّرهم إلى أرض الكوفة فساروا إليها وفعلوا كما فعلوا في أرض سنجار فوافق الحسابات وعادوا إلى المأمون فتحقق صحة ذلك وصحة ما نقل من كتب الأوائل لمطابقة ما اعتبره ثم ضربوا الأميال المذكورة في ثلاثمائة وستين وهي درج الفلك فكان الحاصل أربعة وعشرين ألف ميل وهو دور الأرض. قال أبو الفدا أقول كذا نقله ابن خلكان ونقل غيره من المؤرخين أن الذي وجد في أيام المأمون لحصة الدرجة الستة وستون ميلا وثلثا ميل وهو غير صحيح فإن ذلك هو حصة الدرجة على رأي المتقدمين وأما في أيام المأمون فإنه وجد حصة الدرجة ستة وخمسين ميلا وقد تحقق ذلك في علم الهيئة. ثم اقتدى النصارى بذلك في جعلهم لمعرفة مساحة الأرض علامتين أحدهما (كذا) للتحقيق وهي سلسلة الحديد والأخرى للتقريب وهي البوصلة والجبر"(المزاري، 1990م).

29.7 نصوص مؤلف مجهول

1.29.7 نبذة عن حياة المؤلف

لم نتمكن من معرفة أي شيءٍ عن مؤلف هذه الرسالة. لكن واضح من النص أنه من المتأخرين.

2.29.7 كـــــروية الأرض

«القول الأول على كرة الأرض

أجمع العلماء بالهيئة وعلمها على أن الأرض جسم بسيط طباعه أن يكون بارداً يابساً متحركاً إلى الوسط، وإنما خُلقت الأرض باردة يابسة للغلظ والتماسك، إذْ لولا ذلك لما أمكن قرار الأرض ومن عليها، ولا حدث النبات والمعدن فيها ولأنها موضوعه في جوف الفلك كموضع مخ البيضة في البياض منها بمركزها؛ فالأرض مركز للأفلاك وهي واقفة في الوسط والماء محيط بها إلا المقدار البارز الذي جعله اللّه تعالى مقرّاً للحيوان فإنه بمنزلة التضاريس الخارجة من الماء كالخشونات على ظهر الكرة، وجعل اللّه تعالى هذه التضاريس محلاً للحيوان البري وجعل ما بينهما من الوهاد المعمور بالماء مقراً للحيوان المائي، وكل واحد من الأركان الأربعة –أعني العناصر– فهو في حيزه محيط بالآخر إلا الماءً فإنه منعته العناية الإلهية عن الإحاطة بجميع جوانب الأرض لما تبين لنا أولاً من الحكمة ولما بين مركز الشمس ومركز الأرض من المخالفة، فإن الشمس تدور على مركزها الخاص بها الذي هو غير مركز الأرض فتقرب من جانب الأرض وهو الجنوب موضع مدار حضيضها وتبعد من جانب الأرض وهو الجنوب موضع مدار حضيضها وتبعد من جانب الأرض وهو الشمال موضع مدار أوجها، فانجذبت المياه إلى جهة الجنوب وانحسرت عن جهة الشمال، لذلك فصار الشمال أرضاً يبساً فتمت الحكمة وأتقن

نظام خلق الحيوان والنبات والمعدن. قال أصحاب الهيئة والدليل على أنّ الأرض كرة مستديرة الشكل:

- أنّا إذا اعتبرنا خسوف القمر فوجدناه في البلاد المشرقية والمغربية مختلفاً متفاوت الأوقات، فلو كان طلوعه وغروبه في وقت واحد بالنسبة إلى الأماكن لما اختلف.

- قالوا أيضاً: ولإن الضارب في الأرض يرى أبداً نصف السماء، وكلما انتقل من موضعه إلى موضع آخر جنوباً أو شمالاً ظهر له ما خفي من الجانب الآخر من السماء وخفي عنه مما كان ظاهراً بمقداره.

- قالوا أيضاً: وبعد الأرض من السماء من جميع جهاتها متساوي ليس شيء من ظاهر سطح الأرض أسفل كما يتوهم كثير من الناس، بل كل موضع يقف فيه الإنسان على سطح الأرض فرجلاه أبداً مما يلي الأرض ورأسه مما يلي السماء.

قالوا أيضاً: وللأرض منافذ وخلجان وأنهار وبطائح وآجام وغدران وليس فيها قد شبر إلا وهناك معدن أو نبات أو حيوان" (مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185) (2و -4 و)

30.7 نصوص مؤلف مجهول

1.30.7 نبذة عن حياة المؤلف

لم نتمكن من معرفة أي شيءٍ عن مؤلف هذه الرسالة.

2.30.7 كـــروية الأرض

«وأرادَ المأمونُ امتحانَ مقدارِ عمارةِ الأرْضِ، فأنفذَ المنجّمينَ في البحثِ عن ذلكَ، فوجدوا مدينتينِ وهما تَدْمُر والرَّقّة. و[أمّا تَدْمُر] فإنَّ ميلَها عن سَمْتِ رؤوسنا، الذي هو ارتفاعُ قطبها الشَّمَاليّ أربعةٌ وثلاثون جزءاً، [مدينةُ الرَّقّةِ ميلُها عن سَمْتِ رؤوسنا خمسةٌ وثلاثون جُزءاً]، والفاضلُ بينهما جزءٌ واحدٌ. فمسح ما بينَ المدينتيْنِ بالذرع والقياسِ فوجد (ستّةً وستّين ميلاً) وثُلْثي ميل، فعلموا أنّ مساحةَ كلِّ درجة من الفلك الأعظم يكونُ طولُها ستّةً وستّين ميلاً وثُلْثي ميل. فضربَتْ تلكَ الأمْيَالِ في ثَلاثمائةٍ وستّين (التي هي عمارةُ) الأرْضِ فيها، فخرجَ المضروبُ منها أربعة وعشرين ألف ميل، وأنّ دورُ الأرْضِ المعمورُ منها. [وهو] قطرها ـ سبعةُ آلاف وستّمائة وثلاثون ميلاً» (مؤلف مجهول، غرائب الفنون وملح العيون، 2008م).

«وأنّ المأمونَ لمّا أرادَ معرفَةَ مِقْدارِ الأرْضِ بحثَ عن ذلك فوجدَ بَطْلميوس الحكيم يَذكرُ أنّ حدَّها كذا وكذا إسطاديوس، فسألَ المعبّرين عن تفسير الإسطاديوس فاختلفوا [في تفسيره، فقالَ: هذا لا يبينُ عمّا نريدُهُ]. فأنفذَ خالدَ بنِ عبدِ [الملك] المَرْوَرُوذيّ وعلي بن عيسى الإسطرلابيّ وأحمد بن البحتريِّ الذّراع مع جماعة من الذّراعين والمهندسين ليصحّحَ ما يحتاجونَ إليه من الآلات، وحملَهُم إلى موضع اختارَهُ من برّيةِ السِّنجاريّة، ثم وجَّه خالداً وطائفةً معهُ إلى جهة قُطبِ بناتِ نعشٍ الشَّمَاليّ، ثم وجّه عليّاً وأحمدَ وطائفةً معه إلى ناحيةِ القُطْبِ

الجَنُوبيّ، فمضى كلُّ واحد منهما حتّى انتهى إلى الموضع الذي رَسَمَ لهم، فوجدوا غاية ارتفاع [الشَّمس] نِصْفَ النهارِ وقد زالَ وتَغيّرَ عن ارتفاع نصفِ النهارِ الذي افترقوا منه مقدارَ درجةٍ بعد أنْ نقصَ من ذلكَ مقدارَ سيرِ الشَّمْسِ في مدّةِ مسافةِ الطريق. وقد كانوا ذَرَعوا الطريقَ في ذهابِهم ونَصَبُوا السِّهامَ، ثم رجعوا على تلكَ السِّهام وامْتَحَنوا الذّرعَ ثانياً فما وجدوا ما بين مدينة تَدْمُر والرَّقّة زيادةً في العرضِ درجةً واحدةً وأنّ الذي مسحوُهُ فيما بينهما من وجهِ الأرْضِ ستّةٌ وخمسين ميلاً وثُلْثي ميل، وأنّ الميلَ أربعةُ آلاف ذراع بالذراعِ السّواديّ وهو الذي وضَعَهُ المأمونُ لذرعِ النباتِ وقِسْمَةِ المنازلِ. وامْتحنَ المأمونُ مساحةَ ما بينَ مَكّةَ وبَغْدَادَ بالحسابِ، فوجدَها سبعمائةِ ميلٍ وثلاثةَ أميالٍ ونصفَ وربعَ بالتّقريب» (مؤلف مجهول، غرائب الفنون وملح العيون، 2008م).



31.7 نصوص مؤلف مجهول

1.31.7 نبذة عن حياة المؤلف

لم نتمكن من معرفة أي شيءٍ عن مؤلف هذه الرسالة.

2.31.7 كـــــروية الأرض

رسالة في أحوال السماوات والأرض هل هما كرويتان أو مبسوطتان لمؤلف مجهول. موجودة في مكتبة مجلس الشورى الإسلامي، طهران، رقم (1/ 87ط (گ1 –10))، تاريخ كتابتها بين القرنين (10–11هـ/ 16–17م).

هذه الرسالة وحيدة ولم نعثر على نسخة أخرى لها، إذْ يبدأ المؤلف بذكر الرواية القرآنية لخلق الكون والأرض، وما مرت به من مراحل، ويبدو من الأقوال التي صرّح بها أنه يستدل على كروية الأرض والسماء من خلال الأدلة الشرعية بالدرجة الأولى، ويعتبرها قطعية.



(الشكل 15.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة في أحوال السماوات والأرض هل هما كرويتان أو مبسوطتان

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي جعل العلماء رقباء، حفاظاً للشريعة الغرّاء، وجعل مدادهم فيما كتبوا كدم الشهداء، وجعل فيهم الخوف والخشية والوفاء، كما قال الله تعالى إنما يخشى الله من عباده العلماء. والصلاة والسلام على سيدنا ونبينا محمد المبعوث بالشريعة الغرّاء، والملة الحنفية البيضاء، وعلى آله الراشدين المرشدين النجباء مادامت الخضراء والغبراء وما تعاقبت الأيام والأضواء؛ وبعد.

فقد وقع الاختلاف بين العلماء قديماً وحديثاً في أحوال السماوات والأرضين هل هما كريتان أو مبسوطتان؟ ذهب إلى كثير من العلماء وقد تتبعت ما نقلوا وتصفّحت ما كتبوا في كتبهم ورسائلهم وها أنا ناقل من جهابذة الطرفين كل قول وبالله التوفيق وعليه توكلت وإليه أنيب.

قال أبو السعود العمادي في تفسيره وقد جاء في الحديث المشهور أن أوّل ما خلق تعالى جوهرةً فنظر إليها بنظر الهيبة فذابت وارتعدت من خوف ربّها فصارت ماءً، ثم نظر إليها بنظر الرحمة فجمد نصفها، فخلق منه العرش فارتعد العرش فكتب لا إله إلا الله محمد رسول فسكن، وتُرك الماء يرتعد على حالته إلى يوم القيامة، وذلك قوله تعالى وكان عرشه على الماء، ثم أتم أنه تعالى أحدث في الماء اضطراباً فأزبد فارتفع منه دخان فعلى فخلق الله منه السماوات، وأما الزبد فبقي على وجه الأرض فخلق الله تعالى فيه اليبوسة فجعله أرضاً واحدة ثم فتقها أرضين، قال الله تعالى إن السماوات والأرض كانتا رتقاً ففتقناهما.

وذلك أن الله تعالى خلق في موضع بيت المقدس كهيئة الفهر عليه ملتزق ثم اصّعد الدخان فخلق الله منه السماوات وأمسك الفهر في موضعه وبسط منه الأرض، ولما مدّت الأرض بالقدرة الإلهية على وجه الماء كانت تميد ولا تستقر عليها الأبنية فخلق الله الجبال فأرساها بها وذلك/ (ص 1ظ) قوله تعالى والجبال أوتادا. انتهى.

قال المحشّي شيخ زاده على البيضاوي في. .. (يوجد اقتطاع في النص في هذه الصفحة بسبب ورق الترميم اللاصق الذي غطّى على الجانب الأيسر من النص بمقدار كلمة أو كلمتين) وقد اتفق أكثر المفسرين على أن السماء مبسوطة لها أطراف على جبال فهي. .. المستوي، ويدل عليه قوله تعالى والسقف المرفوع، وقال الإمام فخر الرازي ليس في. .. دلالة قاطعة على كون السماء مبسوطة غير مستديرة، بل دلّ الدليل الحسّي على كونها. .. فوجب المصير واستدارتها لا تخرج عن كونها سقفاً مقبباً،

وكونها على جبال. .. محي السنة في المعالم عن كعب الأحبار سماء الدنيا موج مكفوف، والثانية مرمرة بيضاء، والثالثة حديدة، والرابعة صُفراً وقال نحاس، والخامسة فضّة، والسادسة ذهب، والسابعة ياقوتة حمراء. انتهى. وعن ابن عباس رضي الله عنه عن النبي ﷺ قال: هل تدرون كم بين السماء والأرض؟ قلنا الله ورسوله أعلم. قال: بينهما مسيرة خمسمائة عام، وفي كل سماء إلى سماء مسيرة خمسمائة سنة، وكذلك غلظ كل سماء خمسمائة سنة، كذا ذكره محي. .. وذكر القصطلاني في المواهب اللدنية في حديث المعراج ومسافة ما بين سدرة المنتهى وبين الأرض خمسين ألف سنة، يسير بني آدام ومقام جبريل في وسطها فينزل منه إلى الأرض ويعرض منها إليه هو ومن معه من الملائكة في ألطف ساعة، وهي فوق السماء السابعة، وقد رآها النبي ﷺ في ليلة المعراج ورأى جبريل عليه السلام عند سدرة المنتهى على صورته كما قال تعالى ﴿ وَلَقَدْ رَءَاهُ نَزْلَةً أُخْرَىٰ ﴿١٣﴾ عِندَ سِدْرَةِ ٱلْمُنتَهَىٰ ﴿١٤﴾ عِندَهَا جَنَّةُ ٱلْمَأْوَىٰٓ ﴿١٥﴾ إِذْ يَغْشَى ٱلسِّدْرَةَ مَا يَغْشَىٰ ﴿١٦﴾ مَا زَاغَ ٱلْبَصَرُ وَمَا طَغَىٰ ﴿١٧﴾ لَقَدْ رَأَىٰ مِنْ ءَايَٰتِ رَبِّهِ ٱلْكُبْرَىٰٓ ﴿١٨﴾ ﴾ (سورة النجم، الآيات: 13-18) انتهى.

وإنما سمى السدرة منتهى لانتهاء علم الخلائق وأعمالهم إليها، وأغصانها تحت العرش، وقال مجاهد بين الملائكة والعرش سبعون حجاباً من نور، قيل خلق الله العرش من جوهرةٍ خضراء والعرش يكتسي كل يوم سبعون ألف لونٍ من النور لا يستطيع أن ينظر إليه/ (ص 2و) أحد من خلق الله تعالى. وعن عطاء إن السماوات والأراضين تحته كحلقة بأرض فلاة، وروي إن ما بين القائمتين من قوائم العرش خفقان الطير المسرع ثمانين ألف عام، قال تعالى شأنه وسع كرسيه السماوات والأرض. انتهى ما ذكره محي السنة، وذكر أبو عبد الله الصنهاجي المغربي في كنز الأسرار الكلام في الكرسي من وجوه:

- أحدها أنه مخلوق مستقل بذاته وبه قال الجمهور،

- وثانيها أن الكرسي هو العرش، وهو قول الحسن البصري،

- وثالثها أن المراد بالكرسي السلطان والقدرة وتصوير عظمة الله وكبريائه، والصحيح هو القول الأول، وهو قول المحققين من العلماء.

قال الإمام فخر الدين اعلم أن الكرسي ورد في هذه الآية وجاء في الأخبار الصحيحة أنه جسم عظيم تحت العرش وفوق السماء السابعة، ولا امتناع في القول به انتهى. قال الله تعالى الله الذي خلق سبع سموات ومن الأرض مثلهن قال البيضاوي أي وخلق من الأرض مثلهن في العدد. انتهى.

قال النسفي في المدارك: قيل ما في القرآن آية تدلّ على أن الأراضين سبع إلا هذه الآية. وبين كل سماءين مسيرة خمسمائة عام وغلظ كل سماء كذلك (يوجد اقتطاع في نص الهامش هنا بسبب لاصق الترميم:... في شرح المواقف قال: مثلهن، أي مثل السماوات كما ورد في الأنوار: والأرض سبع طبقات كل طبقة منها مخلوقات، ولا يعلم جنود ربك إلا هو، وقد تأول. .. بالأقاليم السبعة. .. بطبقات العناصر حتى عدت سبعاً. انتهى) والأرضون مثل السماوات، وقيل الأرض واحدة إلا إن الأقاليم سبعة. انتهى

وفي الكواشي عن ابن عباس: في كل أرض آدم كآدمكم ونوح كنوحكم وإبراهيم كإبراهيمكم وعيسى كعيسى عليه السلام. قال معناه: إن في كل أرض خلق الله تعالى لهم سادة يقومون عليهم مقام آدم ونوح وإبراهيم وعيسى عليهم السلام فبنا انتهى ما ذكره سنان أفندي المحشى وفي بعض الكتب يشاهدون السماء في جانب أرضهم ويستمدون الضياء منها، وقيل جعل الله بهم نوراً يستضيئون به، وذكر النقّاش في تفسيره في خلائق السماوات والأرضين وأشكالهم وأسمائهم لم يكن ذلك في سائر التفاسير. انتهى.

قال الله تعالى ﴿لَهُۥ مَا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ وَمَا بَيْنَهُمَا وَمَا تَحْتَ ٱلثَّرَىٰ﴾ (سورة طه: الآية 6)./ (ص 2ظ) قال المحشّي شيخ زادة: فإنه قيل الثرى هو السطح الأخير في العالم فلا يكون تحته شيء فكيف يكون الله مالكاً له أجاب الإمام فخر الدين عنه بأنه الثرى في اللغة التراب الندي فيحتمل أنه يكون تحته شيء وهو إما الثور أو الحوت أو الصخرة أو البحر أو الهواء على اختلاف الروايات، فلا يعلم ما تحت الثرى إلا هو، كما لا يعلم فوق سدرة المنتهى أحد إلا هو، والسدرة شجرة في السماء السابعة مما يلي الجنة، أصلها في الجنة وعروقها تحت الكرسي وأغصانها تحت العرش، إليها ينتهي علم الخلائق ومقام جبريل في وسطها. انتهى.

في بعض التفاسير قال مقاتل وهي طوبى التي ذكرها الله تعالى في سورة الرعد وذلك في جنة عدن أصلها في دار النبي r ليس في الجنة دار إلا وفيها غصن غرسها الله تعالى بيده تنبت الخلل منه جميع الألوان، ولو أن ورقةً منها وضعت على الأرض لأضاءت لأهل الأرض ويسير الراكب في ظل الغصن منها مائة عام، وما في الجنة نهر إلا وهو يخرج من أصل تلك الشجرة. انتهى.

وذكر البيضاوي في قوله تعالى ﴿فَسَوَّىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍۚ﴾ (سورة البقرة: الآية 29)، فإنه قيل أليس إنّ أصحاب الأرصاد أثبتوا تسعة أفلاك؟ قلت فيما ذكروه شكوك، وإنه فتح فليس في الآية نفي الزائد مع أنّه إن ضمّ إليها العرش والكرسي لم يبق خلاف. انتهى.

قال المحشّي شيخ زادة: أي فيما ذكروه من الدلائل العقلية، فإنه لا سبيل للعقول البشرية إلى إدراك حقيقة أحوال العالم فوجب المصير إلى الدلائل السمعية قوله لم يبق خلاف في كونه الأجرام العالية تسعة إلا أنه المراد أينما ذكر في القرآن هي الأفلاك التي غير العرش والكرسي بدلاله تخصيصها بهذين الاسمين، ودلالته التنصيص على طيتها وانشقاقها مع بقائهما بحالهما لبقاء الجنة التي بينهما. انتهى.

وذكر أبو عبد الله الصنهاجي المغربي في كنز الأسرار، قال الإمام فخر الدين في الفلك أقوال:

- أحدها أنها أجسام تدور عليها النجوم، قاله أكثر المفسّرين وهو ظاهر القرآن/ (ص 3و) وهو الصحيح، وعلى هذا إن الفلك موجٌ مكفوف أي مجموع تجري فيه الكواكب،
- والثاني أنه لا سبيل بمعرفة السماوات إلا بالخبر وبه نقول، لأنّ ذلك غيبٌ وقد قيل إنّ ذات السماء لا تُرى وإنما المرئي الهواء،
- والثالث قو جمهور الفلاسفة وأهل الهيئة هي أجرام صلبة لا ثقيلة ولا خفيفة شفافة غير ملونة وغير قابلة للخرق والالتئام والذبال. انتهى.

قال المغربي المزبور في موضع آخر في كتابه وفي بعض التواريخ إن الشمس والقمر وسائر الكواكب تجري في البحر الذي دون السماء بقدر ثلاثة فراسخ وهو موج مكفوف قائم في الهواء بإذن الله، لا تقطر منه قطرة، وذلك البحر جارٍ في سرعة كأنه ممدود بين المشرق والمغرب فيجري الكواكب في ذلك البحر فذلك قوله تعالى ﴿كُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴾ (سورة الأنبياء: الآية 33). قال النبي ﷺ والذي نفس محمد بيده لو بدت الشمس في تلك البحر لأحرقت الأرض، ولو بدا منه القمر لافتتن به أهل الأرض حتى يعبدونه من دون الله. انتهى.

أقول: وعلى هذا صحح الإمام بأن السماء موج مكفوف، أي السماء الدنيا كما تقدم تصوّر البروج وحركات الكواكب والخسوف والكسوف وسائر الحسابات الإسطرلابية والتقويمية ظاهر لا يخفى على من له المام بهذه الفنون ويؤيده قوله تعالى ﴿وَلَقَدْ زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِمَصَٰبِيحَ وَجَعَلْنَٰهَا رُجُومًا لِّلشَّيَٰطِينِ﴾ (سورة الملك: الآية 5)، لا سيما إلى كان السماء كروياً كما قال المحققون هذا.

وذكر في كتاب مسمى برفع الملام عن أئمة الأعلام مصنف واحد في الأئمة الشافعية مسألة في رجلين تنازعا في كيفية السماء والأرض هل هما جسمان كرويان؟ وأنكر الآخر وقال ليس له أصل فما الصواب؟ أجاب غير واحد من العلماء أئمة الدين إن السماوات مستديرة عند علماء المسلمين. وحكى اجماع المسلمين على ذلك، ومنهم أبو الحسين أحمد بن جعفر المناوي أحد الأعيان من الطبقة الثانية من أصحاب الإمام، والإمام أبو محمد بن حزم، والشيخ أبو الفرج بن الجوزي وروى العلماء ذلك بالأسانيد المعروفة عن الصحابة والتابعين وذكروا ذلك من كتاب الله/ (ص 3ظ) وسنة رسوله، وبسطوا القول في ذلك بالدلائل السمعية، وإن أقيم على ذلك أيضاً دلائل حسابية، ولا أعلم في علماء المسلمين المعروفين من ينكر ذلك إلا فرق يسيرة من أهل الجدل لما ناظروا المنجمين فأفسدوا عليهم فاسد مذهبهم في الأحكام والتأثر خلطوا الكلام معهم بالمناظرة في الحساب، وقالوا على سبيل التجويز يجوز أن يكون مربعة أو مسدسة أو غير ذلك ولم يقولوا مستديرة ولا يُعبأ بقولهم. انتهى.

أقول: وهذا كما قال الإمام فيما تقدم بل دل الدليل الحسي على كونها مستديرة فوجب المصير إليه واستدارتها لا يخرج عن كونها سقفاً وعلى جبال. انتهى.

قال أبو عبد الله المغربي في الكنز، وفي تفسير الثعلبي عن الضحاك: إن جبل قاف محيط بالأرض من زمردة خضراء اخضرت السماء منه، والسماء مقببة عليه، وما أصاب الناس من زمرّد مما تساقط في ذلك الجبل. ورواه ابن الجوزي عن ابن عباس وقال وهب: إن ذا القرنين أتى على جبل قاف فرأى حوله جبالاً صغاراً فقال: ما أنت؟ قال: أنا قاف. قال: وما هذه الجبال حولك؟: قال: هي عروقي وليس مدينة إلى وفيها عرق منها، فإذا أراد الله أن يزلزل مدينةً أمرني فحرّكت عرقي ذلك فتزلزلت تلك المدينة. انتهى.

المحشّي شيخ زادة ثم الناس اختلفوا في حركات الكواكب والوجوه الممكنة عند غير الحكماء ثلاثة:

- إما أن يكون الفلك ساكناً والكواكب تتحرك فيه كحركة السمك في الماء الراكد، وهذا هو الظاهر الذي يدلّ عليه نظم القرآن وهو مثل قوله تعالى كل في فلكٍ يسبحون،
- وإما أن يكون السماء متحركاً والكواكب تتحرك أيضاً مخالفاً لجهة حركته أو موافقاً مساوياً لحركة الفلك في السرعة والبطء أولاً،
- وإما أن يكون الفلك متحرّكاً والكواكب ساكنة مركوزة فيه.
- قال الإمام فخر الدين والوجوه الثلاثة كلها ممكنة، والله قادر على كل الممكنات. انتهى.

وفي تفسير الكوراني لم يثبت حركات الأفلاك عند أهل/ (ص 4و) الشرع. انتهى.

أقول: تبين مما ذكر أن أكثر أهل الحق من كبار العلماء المحققين على عدم ثبوت حركات الأفلاك على ثبوت كروية السماوات، وعليه الاعتماد إذْ هو روايات الزمها ومن الصحابة والتابعين والسلف الصالحين من العلماء العاملين هكذا قال أبو عبد الله المغربي الصنهاجي في كنز الأسرار.

وقال جمهور الفلاسفة وأهل الهيئة العالم قسمان: بسائط ومركبات، أما المركبات وهي التي تنقسم إلى أجسام مختلفة الطبائع كالمعدنيات والنباتات والحيوانات، وهذه المركبات تسمى بالمواليد الثلاث؛ أباءها العلويات وأمهاتها السفليات، وأما البسائط فهي قسمان أيضاً: العناصر والأفلاك، أما العناصر فأربعة: الأرض والماء والهواء والنار فهي بجملتها كروية الأشكال، وأما الأفلاك فتسعة: فلك القمر وفلك عطارد وفلك

الزهـرة وفلـك المريـخ وفلـك المشـتري وفلـك زحـل وفلـك الثوابـت وفلـك الأعظـم، فلتـك الأفـلاك ومـا فيهـا مـن الكواكـب بجملتهـا كرويّـة الأشـكال ليـس إلا.

ثـم قالـوا الأرض مـن العناصـر كرة مجسّـمة سـاكنة متحيّـزة مركّزة مركز العالـم علوياً كان أو سـفلياً لا تجويـف فيهـا. انتهـى. فقولهـم لا تجويـف فيهـا يـردّه مـا قدمنـا مـن قـول السـلف إن الأرض سـبع طبـاق كالسـماوات ويـردّه ظاهـر قولـه تعالـى ﴿أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضَ كَانَتَا رَتۡقٗا فَفَتَقۡنَٰهُمَاۖ﴾ (سـورة الأنبيـاء: الآيـة 30)، وقولـه تعالـى ﴿ٱللَّهُ ٱلَّذِي خَلَقَ سَبۡعَ سَمَٰوَٰتٖ وَمِنَ ٱلۡأَرۡضِ مِثۡلَهُنَّۖ﴾ (سـورة الطـلاق: الآيـة 12). وإن في العـدد والنصـوص مـن الكتـاب والسـنة تحمـل علـى ظواهرهـا مـا يصـرف عنـه دليـل قطعـي والعـدول عنهـا إلحـاد وضـلال لتأدّيه إلـى تكذيـب الشـارع كمـا بيـن في الكتـب الكلاميـة.

ثم قالوا الماء محيط بالأرض والهواء محيط بالماء والنار محيط بالهواء، فالتماس بين سطوح العناصر لا خلاء بينهن، وهذا على زعمهم وسيجيئ بطلان قولهم لا خلاء ولا ملاء، ثم قالوا إنّ الأفلاك يحيط بعضها ببعض بعد أن كانت كرة مجوّفة محيط/ (ص 4ظ) بالعناصر عن كل جانب ويتماس سطح بعضها ببعض؛ فالسطح الباطن من فلك القمر يماس سطح ظاهر كرة النار والسطح الباطن في فلك عطارد ويماس سطح ظاهر كرة القمر، والسطح الباطن في فلك الزهرة يماس سطح ظاهر فلك عطارد، والسطح الباطن لفلك الشمس يماس سطح ظاهر فلك الزهرة، وكذا غيرها إلى الفلك الأعظم و.. (يوجد اقتطاع في النص هنا بسبب لاصق الترميم) السطوح بحيث يكون الإشارة إلى إحدى السطحين إشارة إلى الآخر. .. قدر محسوس بالنسبة إلى الآخر، فهذه الأفلاك عندهم هي أجرام صلبة. .. شفافة غير ملونة لا تحجب الابصار عن رؤية ما ورائها والكواكب مركوزة... الأطلس ولا تقبل الخرق ولا الالتئام والذبال، والفلك الأعظم ويسمى الفلك الأطلس وفلك الأفلاك أيضاً محيط بجميع الأجسام ليس وراءه شيء لا خلاء ولا ملاء... ولا تثبت فضلاً لا تحتاج إليه. انتهى ما قالوا.

ونحن نقول:. .. السطوح في الأفلاك يردّه ما قدمناه من أقوال السلف إن ما بين السماوات خمسمائة عام أي ما بين كل سماء ويردّه أيضاً قوله تعالى ففتقناهما كما. .. وكم من ملك في السماوات وقوله تعالى عند سدرة المنتهى عندها جنة المأوى. .. روي مرفوعاً أنها في السماء السابعة عندها جنة المأوى، أي الجنة التي يأوي. .. انتهى.

ويرد قولهم ما رواه الترمذي عن أبي ذرّ قال رسول الله ﷺ. .. موضع أربع أصابع إلا وملك واضع جبهته لله تعالى ساجداً، والله لو تعلمون ما أعلم لضحكتم قليلاً ولبكيتم كثيراً. الحديث. وحديث المعراج الذي رواه البخاري. .. صعصعة حديث مشهور تلقته أئمة الدين بالقبول، وقد ذكر رسول الله ﷺ. .. السماوات العلى وتلاقيه في كل سماء نبياً وانفتاح أبواب كل. .. / (ص 5و) بعض ما رآه من عجائب مخلوقاته تعالى في كل سماء كما قال تعالى ولقد رأى من آيات ربه الكبرى. وأمثال هذه الأحاديث كثيرة لا تعدّ ولا تحصى فماذا بعد الحق إلا الضلال. قال في المواهب اللدنية واعلم أن قصة الاسراء والمعراج من أشهر المعجزات وأقوى الحجج وأعظم الآيات وأتمّ الدلالات الدالة على تخصيصه عليه الصلاة والسلام بعموم الكرامات، إذْ لم يكن لأحدٍ من الأنبياء مثل ما أعطى من رفع المقامات والإكرامات كما قال البوصيري:

حتى إذا لَمْ تَدَعْ شَأْواً(طَلَقًا) لمُسْتَبِقٍ   من الدنوِّ ولا مرقيً (القِدْرَ) لمستنمِ

هذا ثم قولهم إن السموات أجرام صلبة شفافة غير ملونة لا تحجب الأبصار عن رؤية ما ورائها يردّ ما قدمنا من قول السلف كابن عباس وكعب الأحبار فإنهم من الزهاد والأبرار، وكذا قول الامام إنه لا سبيل لمعرفة السماوات إلا بالخبر وبه نقول لأنه غيب، ثم قولهم لا تحجب الأبصار وهذا القول لما رأوا في بادي نظرهم أنه حركات الكواكب السيارة والثوابت متخالفة فأثبتوا لكل كوكب من السيارة والثوابت فلكاً كما ذكر الرومي وغيره والجواب ما قال الإمام إنه لا سبيل لمعرفة السموات إلا

بالخبر كما تقدم، وقال الفقيه أبو الليث في بستان العارفين إن الكواكب معلقة في السماء كالقناديل، وفي بعض الروايات القناديل كل واحد منها في يد ملك من الملائكة، ثم قال الإمام فخر الدين لا نسلم أن كل ملوّن حاجب، فإن الماء والزجاج ملونان مرئيان ومع ذلك لا يحجبان، فلئن قيل فيهما حجب عن الإبصار الكامل قلنا وكيف عرفتم أنكم أدركتم هذه الكواكب إدراكاً تاماً. انتهى كذا في شرح المواقف.

ثم قولهم لا يقبل الخرق والالتئام والذبال باطل لقوله تعالى وفتحت السماء فكانت أبوابا، وقوله تعالى يوم نطوي السماء كطي السجل للكتب، وأمثالها من الآيات البينات.

وقولهم ليس وراءه شيء لا خلاء ولا ملاء، قال السيد السند في شرح المواقف وهذا على/ (ص 5ظ) رأي الحكماء، أما على رأيٍ المتكلمين فالمنع على دليلهم ظاهر لجواز الخلاء وراء العالم بل مطلقاً. انتهى.

وقولهم ولا ملاء متشابه، قال السيد أرادوا به الجسم الذي لا يوجد فيه حدود مختلفة الحقائق أي البسائط التي لا تتناهى فإن الفلك الأعظم محدد الجهات لتناهي الأبعاد وعدم الاحتياج إلى إثبات الفضل. انتهى قولهم.

قال الإمام فخر الدين في قوله تعالى رب العالمين واعلم أنه لم يقم الدليل على أنه لا جسم إلا بهذه الأقسام التي نعرفها في العلويات والسفليات البسائط والمركبات، وذلك أنه ثبت بالدليل أنه حصل خارج العالم خلاء لا نهاية له وثبت بالدليل أنه تعالى قادر على جميع الممكنات فهو تعالى قادر على أن يخلق ألف ألف عالم خارج العالم بحيث يكون كل واحد من تلك العوالم أعظم وأجسم من هذا العالم، ويجعل في كل واحد منها مثل ما حصل في هذا العالم من العرش والكرسي والسماوات والأراضين والشمس والقمر ودلائل الفلاسفة في إثبات أن العالم واحد دلائل ضعيفة ركيكة مبنية على مقدمات واهية. انتهى ما ذكره الإمام في أول تفسيره.

قال المحشّي مولى خسرو عليّ البيضاوي اختلف في عدد أجناس العالم، وقيل ثمانية عشر ألف عالم، الدنيا عالم منها، وما العمران في الخراب إلا كفسطاط في الصحراء. وقيل أربعون ألف عالم، الدنيا في مشرقها إلى مغربها عالم واحد، وقيل ثمانون ألف عالم، أربعون ألفاً في البُرّ وأربعون في البحر، وقيل مائة ألف عالم، إذْ روي أن الله تعالى خلق مائة ألف قنديل وعلقها بالعرش والسماوات والأرض وما فيهما حتى الجنة والنار كلها في قنديل واحد، ولا يُعلم ما في باقي القناديل إلا الله تعالى. انتهى.

وعن قتادة/ (ص 6و) خلق الله النجوم لثلاث: جعلها زينة للسماء، ورجوماً للشياطين، وعلامات يهتدي بها، فمن تأول فيها بغير ذلك أخطأ وأضاع نصيبه وتكلّف ما لا يعلم. رواه البخاري معلّقاً. وعن عمر رضي الله عنه قال: تعلّموا من النجوم ما تعرفون به القبلة والطريق ثم أمسكوا (هامش: وعن عليّ رضي الله عنه من اقتبس علماً من النجوم من جملة القوم الذين حفظوا مبانيه وعرفوا معانيه، ازداد به إيماناً ويقيناً، ثم تلا ﴿ إِنَّ فِي ٱخۡتِلَٰفِ ٱلَّيۡلِ وَٱلنَّهَارِ وَمَا خَلَقَ ٱللَّهُ فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يَتَّقُونَ ﴾ (سورة يونس، الآية: 6). ذكره في روض الأخبار). ذكره عليّ القاري في شرح المشكاة، وفي الخلاصة وتعلم علم النجوم قد ما يعلم مواقيت الصلاة والقبلة لا بأس به والزيادة حرام، وكذا قال الفقيه في بستان العارفين. انتهى

قال الشيخ البركوي ومعرفة القبلة والمواقيت لما كانا شرطي أداء الصلاة لزم معرفتهما، وعلم الهيئة وفروعها من الإسطرلاب وغيره من جملة أسباب المعرفة فجاز الاشتغال بها، وأما أنه يجب فلا، إذْ لا انحصار للأسباب فيها ولا يلزم اليقين في أمر القبلة بل يكفي الظنّ وما هو الحرام من علم النجوم ما يتعلق بالأحكام انتهى.

قال العلامة الطبّي: اعلم أن الشيخ أبا القاسم القشيري في كتابه المسمى (بمفاتيح الحجج في إبطال مذهب المنجمين)، وذكر أقوالهم وقال وأقربها قول من قال: إنّ هذه الحوادث يحدثها اللّه تعالى ابتداء باختياره، ولكن أجرى العادة بخلقها عند كون هذه الكواكب في البروج المخصوصة، ويختلف باختلاف سيرها واتصالاتها، كما أجرى العادة بخلق الولد عقيب الجماع، والشبع عقيب الأكل، والإرواء عقيب الشرب، ثم قال: هذا في القدرة جائز لكن ليس عليه دليل ولا إلى القطع سبيل؛ لأن ما كان على جهة العادة يجب أن يكون الطريق فيه مستمراً، وأقل ما فيه أن يحصل التكرار، وعندهم لا يحصل وقت في العالم مكرر على وجه واحد؛ لأنه إذا كان في سنة الشمس مثلاً في درجة من برج، فإذا عادت إليها في سنة أخرى، فالكواكب لا يتفق كونها في بروجها، كما كانت في السنة الماضية، والأحكام تختلف بالقرائن والمقابلات، ونظر الكواكب بعضها إلى بعض، فلا يحصل شيء من ذلك مكرراً.

ولذا اختلفوا فيما بينهم في حكم الزيج فلأهل الهند والسند طريق يخالف طريق أرباب الزيج الممتحن.

وفصل الشيخ في الاختلاف بينهم تفصيلاً ثم قال/ (ص 6ظ): ومما يدل على فساد قولهم أن يقال لهم أخبرونا عن مولودين ولدا في وقت واحد، أليس يجب تساويهما في كل وجه لا تمييز بينهما في الصورة والقدر والمنظر، وحتى لا يصيب أحد<هما> نكبة إلا أصاب الآخر، وكذا دولته، وليس في العالم اثنان هذا صفتهما. قالوا: من المحال أن يوجد مولودان في العالم في وقت واحد، بل لا بد أن يتقدم أحدهما على الآخر قلنا: أمحال ذلك في العقل أم في الوجود؟ فإن قالوا بالأول بان فساد قولهم؛ وإن قالوا بالثاني قيل: ومن نبئكم منه.

فإن قالوا: أليس أمر الكسوفين يصدّق ما قلنا؟ قلنا: ليس أمر الكسوفين من الأحكام، وإنما هو من طريق الحساب، وذلك غير منكر، بل مبنيّ على الهندسة والحساب.

فإن قالوا: فما قولكم في المنجمين إنهم مخطئون في جميع ما يحكمون؟ قلنا: إنهم مخطئون في أصولهم عن شبه وقعت لهم، فلا يعرفون بطلان قولهم، بل جزموا على مقتضى قواعد بنوها على أصول فاسدة وقعت الشبهة لسلفهم في أصول قواعدهم، فربما يصيبون في تركيب الفروع على تلك الأصول، فمنزلتهم في الأحكام كمنزلة أصحاب الحدس والتخمين، وأصحاب الزوج والفرد، فربما يصيبون اتفاقاً لا عن ضرورة وربما يخطئون (والمنجم إذا ادّعى بالحوادث الآتية فهو مثل الكاهن وتصديق الكاهن بما يخبره عن الغيب كفر في شرح. ..). وكثيراً ما نجد من الفلاحين والملاحين يعتبرون فرع ما اعتادوا من توقع المطر وهبوب الرياح في أوقات راعوها بدلالات، ادعوا أنهم جربوها في السماء والهواء وغير ذلك، فيحصل بعض أحكامهم اتفاقاً لا تحقيقاً. انتهى ما ذكره القاري على شارح المشكاة في حديث قتادة نقلاً عن الطيبي.

قال البيضاوي في قوله تعالى رجوماً للشياطين وقيل ظنوناً لشياطين الإنس وهم المنجمون (وفي معنى المنجم الرمّال فلا يجوز اتباع المنجم والرمال وما يُعطى هؤلاء حرام بالإجماع كما نقله البغوي والقاضي عياض على القاري على المكان).

وقال النسفي في تفسير المدارك في قوله تعالى وإن تستقسموا بالأزلام قال الزجاج لا فرق بين هذا وبين قول المنجمين: لا تخرج لنجم كذا واخرج لطلوع نجم كذا، وفي شرح التأويلات لا يقول المنجم إن نجم كذا يأمر بكذا وينتهي/ (ص 7و) عن كذا، ولكن يقول جعل النجوم علامات على أحكام الله تعالى، ويجوز أن يجعل الله مع النجوم أعلاماً يدرك بها الأحكام ولا لائمة في ذلك، إنما اللوم عليه فيما يحكم على الله ويشهد عليه. انتهى.

أقول وقد أجاب القشيري عن ذلك قبيل هذا روى أن منجماً سُرِقَ منه شيءٌ فقال له بعض العارفين: أنت ما تعرف ما في الأرض فكيف تدّعي معرفة ما في السماء؟! ذكره عليّ القاري.

قال الغزالي في المنقذ من الضلال: اعلم أن الفلاسفة على كثرتهم، واختلاف مذاهبهم ينقسمون إلى ثلاثة أقسام: الدهريون، والطبيعيون، والإلهيون. أما الدهريون: فهم طائفة من الأقدمين جحدوا صانع العالم، وزعموا: أن العالم لم يزل موجوداً كذلك بلا صانع، ولم يزل الحيوان متولداً من نطفة، والنطفة من الحيوان، كذلك كان أبداً، وهؤلاء هم الزنادقة.

وأما الطبيعيون: فهم قوم كثّروا بحثهم عن عالم الطبيعة وعن عجائب صنع الله تعالى، ما اضطروا معه إلى الاعتراف بفاطر حكيم، مطّلع على غايات العلوم فذهبوا إلى أن النفس تموت ولا تعود فجحدوا الآخرة، وأنكروا النار والجنة، والقيامة والحساب، فلم يبق عندهم للطاعة ثواب، ولا للمعصية عقاب، وهؤلاء أيضاً زنادقة، لأن أصل الإيمان هو: الإيمان بالله واليوم الآخر، وهؤلاء جحدوا اليوم الآخر، وإن آمنوا بالله وصفاته.

وأما الإلهيون وهم المتأخرون منهم كسقراط وهو أستاذ أفلاطون وأفلاطون أستاذ أرسطو، وهم بجملتهم، ردّوا على الصنفين الأوّلين من الدهرية، والطبيعية، وأوردوا في الكشف عن فضائحهم ما أغنوا به غيرهم. ثم ردّ أرسطو على أفلاطون وسقراط ومن كان قبلهم من الإلهيين، رداً حتى تبرّأ عن جميعهم، إلا أنه استبقى من أثل كفرهم، وبدعتهم، بقايا لم يوفق للنزوع عنها، فوجب تكفيرهم وتكفير متبعهم ومما استبقى أنّ/ (ص 7ظ) الأجسام لا تحشر وإنما المثاب والمعاقب الأرواح المجرّدة وهما روحاني لا جسماني (وذكر المحشّي السعدي في قوله تعالى ﴿قُلْ يُحْيِيهَا ٱلَّذِىٓ أَنشَأَهَآ أَوَّلَ مَرَّةٍۢ ۖ وَهُوَ بِكُلِّ خَلْقٍ عَلِيمٌ﴾ (سورة يس، الآية: 79) نقل إن أبا نصر الفارابي الذي وسِمَ بالمعلم الثاني إذا قرأ هذه الآية كان يقول: وددت أن هذا العالم الرباني يشر إلى أرسطو وفق على هذا القياس الجلي حتى أعلم ما يقول فيه. انتهى)، وكفروا بالشريعة فيما نطقوا به، ومن ذلك قولهم: إن الله يعلم الكليات دون

الجزئيات، وهذا أيضاً كفر صريح بل الحق أنه لا يعزب عن علمه مثقال ذرّة في السماوات والأرض، ومن ذلك قدم العالم وأزليته فلم يذهب أحد من المسلمين إلى شيءٍ من هذه المسائل. انتهى.

وفي المدارك في قوله تعالى فرحوا بما عندهم من العلم أي علم الفلاسفة فإنهم إذا سمعوا بوحي الله صغّروه واستهزأوا به واعتقدوا أنه لا علم أنفع وأجلب للفوائد من علمهم ففرحوا به. روي أن سقراط سمع بموسى عليه السلام وقيل <له> لو هاجرت إلى موسى عليه السلام فقال: نحن قوم مهذبون، فلا حاجة بنا إلى من يهدينا. انتهى.

وفي النسفية قال العالم بجميع أجزائه محدثٌ، قال التفتازاني أي ما سوى الله تعالى من الموجودات من السماوات وما فيها والأرض وما عليها محدث، أي مخرج من العدم إلى الوجود بمعنى أنه كان معدوماً فوجد خلافاً للفلاسفة حيث ذهبوا إلى قدم السماوات بموادها وصورها وأشكالها وقدم العناصر بموادها وصورها، لكن العناصر بالنوع بمعنى أنه لم تحلّ قط عن صورة. انتهى.

وفي العضدية قال: اجمع السلف من المحدثين وأئمة المسلمين وأهل السنة والجماعة على أن العالم حادث كان بعد أن لم يكن. قال الجلال الدواني: والمخالف في هذا الحكم هم الفلاسفة، فإن أرسطو وأتباعه ذهبوا إلى قدم العقول والنفوس الفلكية والأجسام الفلكية بموادها وصورها الجسمية والنوعية وأشكالها وأضوائها والعنصريات بموادها ومطلق صورها الجسمية لا أشخاصها وأما صور خصوصية أنواعها لا يجب أن يكون قديمة لجواز انقلاب جميع العناصر/ (ص 8و) عنصراً آخر، فإذا تبين حدوثه وهو المفهوم من المعبرات. ونقل عن جالينوس التوقف في قدم العالم، ولذلك لم يعد من الفلاسفة لتوقفه فيما هو من أصول الحكمة عندهم. انتهى مختصراً.

وذكر في بعض الحواشي: والعلم بحدوث العالم أصل جميع العلوم الإسلامية، إذْ لو لم يكن محدثاً كان قديماً فيلزم أن لا يكون متناسباً، وحينئذٍ لا فائدة في الوعد والوعيد وإرسال الرسل وإنزال الكتب لعدم الحساب والقيامة، ويلزم تكذيب الأنبياء فيما أخبروا عن حدوث العالم بعد العدم الصرف بحيث لا يُتطرق إليه تأويل ولا للمجاز سبيل، وإنما قدموا بهذه المسألة في كتب العقائد لأنها أصل عظيم يبنى عليها كثير في المسائل الاعتقادية لبيان الكلام فيها إلى مسائل شريفة عميقة ومباحث دقيقة لطيفة. انتهى.

قال الغزالي في المنقذ: واعلم أن المتكلمين وهم أهل الرأي والنظر الدقيق والفلاسفة يزعمون أنهم أهل المنطق والبرهان. وخاصل كلام المتكلمين بالكلام حفظ عقيدة أهل الإسلام والمسلمين، وحراستها عن تشويش أهل البدعة والضلال، فإن الله أنشأ طائفة المتكلمين وحرك دواعيهم لنصرة طريق السنة بكلام مرتب، يكشف عن تلبيسات أهل البدع الزائفين فمنه نشأ علم الكلام، فأحسنوا الذّبَّ عن السنة بتحقيق الأمور وردّ أباطيلهم المتخيلة بالبحث عن حقائق الأمور بأن خاضوا في البحث عن الجواهر والأعراض ولم يبق شيء من أباطيلهم إلا ردّوا بأحسن الردّ بالدلائل العقلية بعد أن كان مردوداً بالدلائل النقلية جمعاً.

ثم قال الغزالي: واعلم أن علومهم – بالنسبة إلى الغرض الذي نطلبه – أربعة أقسام رياضية، ومنطقية، وطبيعية، وإلهية.

أما الرياضية: فتتعلق بعلم الحساب والهندسة والهيئة، وليس شيء منه يتعلّق/ (ص 8ظ) بالأمور الدينية، بل هي أمور برهانية لا سبيل إلى مجاحدتها بعد معرفتها، وكذا المنطقيات فإنها نظر في طرق الأدلة والمقاييس وشروط مقدمات البرهان وكيفية تركبها، وليس فيها ما ينبغي أن ينكر، وأما الطبيعيات فهو بحث عن أجسام العالم السماوات وكواكبها وما تحتها من العناصر البسائط والمركبات وعن أسباب تغيرها

وامتزاجها وذلك يضاهي بحث الطبيب عن بدن الإنسان، وكما ليس من شرط الدين إنكار علم الطب، فليس من شرط إنكار ذلك العلم إلا في مسائل مثبتة ذكرناها في كتاب تهافت الفلاسفة.

ولكن تولدت من هذه الفنون آفة عظيمة وهي من نظر فيها يتعجب من دقائقها وبراهينها، فبسبب ذلك يحسن اعتقاده في الفلاسفة، ويحسب أن جميع علومهم في وثاقة البرهان كهذه العلوم. ثم إذا سمع من كفرهم وتهاونهم بالشرع يكفر بالتقليد المحض، ويقول: لو كان الدين حقاً لما خفي على هؤلاء المدققين فيكفر للحق والدين، ولهذه الآفة يحبذ جر كل من يخوض في تلك العلوم، إذْ هذه في مبادئ علومهم فيسري إليه شؤمهم فقلّ من يخوض فيها إلا وينخلع من الدين.

وأما الإلهيات ففيها أكثر أغاليطهم، فما قدروا على الإثبات بالبراهين على ما شرطوه في المنطق، ولذلك كثر الاختلاف فيما بينهم في هذا العلم، فمنها قولهم بقدم العالم وإنكار الحشر الجسماني، وقولهم إن الله يعلم الكليات دون الجزئيات، فلم يذهب أحد من المسلمين إلى شيءٍ من هذه المسائل. انتهى مختصراً ما ذكره الغزالي.

الحمد لله الذي هدانا لما جاءت به رسل ربنا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله وما توفيقي واعتصامي إلا بالله. قال المولى خواجة زادة في تهافت الفلاسفة: واعلم أن غثاء هذه المسائل المخالفة إنما هو من القسمين من العلوم النظرية أعني الطبيعي والإلهي/ (ص 9و) لأن مخالفة ما يثبت من القواعد الشرعية مقصورة عليها. انتهى.

وقد أورد المولى المزبور في كتابه المزبور مدّعاهم الباطل في اثنين وعشرين باباً، وأجاب عن كل الردّ والإبطال كما لا يخفى على المتتبع، وذكر عليّ القاري في شرح فقه الأكبر، قال الإمام الشافعي حكمي في أهل الكلام أن يُضربوا بالجريد والنعال ويطاف بهم في العشائر والقبائل

ويقال هذا جزاء من ترك الكتاب والسنة وأقبل على كلام أهل الفلسفة، ومن كلامه أيضاً لإن يلقى الله العبد بكل ذنبٍ ما خلا الشرك خير له من أن يلقاه بشيءٍ من علم الكلام.

وقال أبو المعالي الجويني: يا أصحابي لا تشتغلوا بالكلام، فلو عرفت أن الكلام يبلّغ بي إلى ما بلغ ما اشتغلت به، وقال عند موته: لقد خضت البحر الخضم وخليت أهل الإسلام وعلومهم، ودخلت في الذي نهوني عنه، والآن فإن لم يتداركني ربي برحمته فالويل لابن الجويني، وها أنا على عقيدة أمي، أو قال على عقيدة عجائز أهل نيسابور.

وقال الخروشاهي وكان من أجلاء تلامذة فخر الرازي، لبعض الفضلاء دخل عليه يوماً: ما تعتقده؟ قال: ما يعتقده المسلمون. فقال: وأنت منشرح الصدر لذلك، مستيقن به، أو كما قال. فقال: نعم. قال: اشكر الله على هذه النعمة، ولكن والله ما أدري ما أعتقده وبكى حتى اخضل لحيته.

قال ابن رشد – وهو أعلم الناس بمذهب الفلاسفة في كتابه تهافت التهافت – ومن ذي الذي قال في الإلهيات شيئاً يعتد به. وكذا الأموي أفضل زمانه توقف في المسائل الكبار حائراً، وكذا الغزالي انتهى آخر أمره إلى الوقف والحيرة في المسائل الكلامية ثم أعرض عن تلك الطرق وأقبل على أحاديث الرسول فمات، وكذا الإمام الرازي قال في كتابه الذي صنفه في أقسام الذات شعر:

نهايةُ إقدامِ العقولِ عقالُ   **وغايةُ سَعي العالمينَ ضلالُ**

ولم نَستفدْ من بَحثنا/(ص ٩ظ) طولَ عُمرنا   **سِوى أنْ جَمعنا فيهِ قيلَ وقَالوا**

وقد تأملت الطرق الكلامية فما رأيتها تشفي عليلاً وتروي غليلاً، ورأيت أقرب الطرق طريقة القرآن أقرأ في الإثبات الرحمن على العرش

استوى إليه يصعد الكلم الطيب وأقرأ في النفي ليس كمثله شيء ولا يحيطون به علماً، ثم قال ومن جرّب مثل تجربتي عرف مثل معرفتي. انتهى ما ذكره عليّ القاري عليه رحمة الباري.

قال الإمام السنوسي في شرح عقائده: وليحذر المبتدئ أن يأخذ أصول دينه من الكتب التي حشيت بكلام الفلاسفة وأولع مؤلفوها بنقل <ما> هو سهم وما هو منكر صريح من عقائدهم التي ستروا فيما بينهم قبائهم باصطلاحاتهم وعباراتهم التي أكثر أسماء بلا مسميات، وذلك ككتاب الإمام الفخر في علم الكلام وطوالع البيضاوي، ومن حذا حذوهما في ذلك، وقل أن يفلح من أولع بصحبة كلام الفلاسفة، ولقد خذل بعض الناس فتجد يشرّف كلام الفلاسفة الملعونين ويشرّف الكتب التي تعرّضت لنقل كثير من حماقاتهم لما تمكن في نفسه الأمارة بالسوء حُبّ الرياسة وحب الإغراب للناس من اصطلاحاتهم يوهم أن في نحتها علوماً دقيقة وليس في نحتها إلا التخليط والهوس والمنكر الذي لا يرضى أن يقوله عاقل، ويرى هذا الخبيث لانطماس بصيرته من فضل الله ورحمته أن المشتغلين بالفقه في دين الله تعالى العظيم الفوائد ديناً وأخرى بلداء الطبع ناقص الذكاء، فما أجهل هذا المخذول وأعمى قلبه حتى رأى الظلمة نوراً والنور ظلمة، ومن يرد الله فتنته فلن تملك له من الله شيئاً، نسأل الله أن يعاملنا ويعامل جميع أحبتنا إلى الممات بمحض لطفه وفضله وأن يقينا في هذا الزمان الصعب موارد الفتن بجوده وكرمه بجاه أشرف الخلق سيدنا ومولانا محمد صلى الله عليه وسلم تسليماً كثيراً/ (ص 10و).





32.7 نصوص مؤلف مجهول

1.32.7 نبذة عن حياة المؤلف

لم نتمكن من معرفة أي شيءٍ عن مؤلف هذه الرسالة.

2.32.7 نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض

رسالة (المسألة المشهورة وهي وجدان نسبة كرة قطرها مقدار ارتفاع أعظم الجبال) هي مخطوطة موجودة في مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (3743).

(الشكل 16.7) الصفحة الأولى
والأخيرة من مخطوطة مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (3743)

باسمه سبحانه

الحمـد للّه الـذي جعـل الأرض جمـاداً والجبـال أوتـادا، وخلـق لبـاب صـلاة الرسـول وآلـه مفتاحـاً؛ وبعـد فهـذه أسـطر لتوضيـح المسـألة المشـهورة وهـي وجـدان نسـبة كـرة قطرهـا مقـدار ارتفـاع أعظـم الجبـال إلـى كـرة الأرض كنسـبة كـرة قطرهـا مقـدار سـبع عـرض شـعيرة إلـى كـرة قطرهـا مقـدار ذراع.

والقـوم تبينـوا عنهـا بالنسـبة بأعمـال الضـرب والقسـمة والنسـبة، ولـم يتضـح ببيانهـم لبعـض طالبيهـا حـق الاتضـاح، فـأردت أن أكشـف قناعهـا لكـي تظهـر أحسـن جمالهـا. فيـا أيهـا الطالـب إن لـم تنـل إلـى تحقيقهـا بهـذا الكشـف الجميـل فإيـاك وإيـاك الشـروع لأمثـال هـذا السـبيل.

ولنقدم لبيانها مقدمات:

المقدمـة الأولـى: في بيـان اصطلاحـات المهندسـين والحسّـاب مـن الفراسـخ والأميـال والذراعـات والأصابـع؛ اعلـم أن الفرسـخ الواحـد ثلاثـة أميـال باتفـاق القدمـاء والمحدثـين، وأمـا الميـل فثلاثـة آلاف ذراعـات عنـد القدمـاء وأربعـة آلاف ذراعـات عنـد المحدثـين، والـذراع اثنـان وثلاثـون إصبعـاً مـن الأصابـع المعتدلـة الخلقـة عنـد القدمـاء وأربعـة وعشـرون إصبعـاً عنـد المتأخريـن، والإصبـع باتفاقهمـا سـت شـعيرات مضمومـة بطـون بعضهـا إلـى ظهـور بعـض.

فالميـل واحـد علـى تفسـيرهما وهـو سـتة وتسـعون ألـف إصبـع، لأنـا ضربنـا عـدد أصابـع ذراع واحـد في عـدد أصابـع ثلاثـة آلاف ذراعـاً علـى رأي القدمـاء، أو في عـدد أصابـع أربعـة آلاف ذراعـات علـى مـا بـين المتأخـرون حصـل سـتة وتسـعون ألـف أصابـع بـلا تفـاوت، فظهـر أن الاختـلاف ليـس إلا في تفسـير الـذراع.

المقدمة الثانية: أن قطر الأرض على ما وجدها القدماء ألفان وخمسمائة وأربعون فرسخاً تقريباً؛ إذْ أمثال هذه الأحكام لا يتأتى بدون الكسير، والقوم إذا وجدوا الكسير أقل من النصف فهم يسقطونه، وإذا وجدوا أكثر من النصف يعتبرونه نصفاً، ولم يلتفتوا إلى الكسير القليل في أمثالها، وأمّا على ما وجده المتأخرون ألفان ومائة وأربعة وستون فرسخاً تقريباً أيضاً، لأنهم تولوا بذلك بأمر المأمون في برية سنجار فوجدوه كذلك. أما المختار عند المتحققين، وإن كان رأي المتأخرين، إلا أنها أكثر مسائل القوم ومن جملتها مما نحن فيه لما كانت مستقرة على رأي القدماء فلم يروا مخالفتهم مستحسنة.

المقدمة الثالثة: إن القوم وجدوا بالاتفاق ارتفاع أعظم الجبال على كرة الأرض فرسخين وثلث فرسخ على ما وجد المصرّح به في الكتب المشهورة بالتحقيق وغيرها، وثلث ميل عليها هو المفهوم من نهاية الإدراك، وهم ينزلون ذلك الثلث منزلة النصف ولم يلتفتوا إلى ما في نهاية الإدراك فصحح النسبة البعض بالتقريب كما سيظهر إن شاء الله.

<المقدمة> الرابعة: أن نسبة الانصاف كنسبة الأضعاف فإنّ نسبة الثلاثة إلى الستة كنسبة الستة إلى اثني عشر.

<المقدمة> الخامسة: إذا كانت نسبة عدد إلى الثاني كنسبة العدد الثالث إلى الرابع، يكون نسبة جزء العدد الأول إلى الثاني كنسبة ذلك الجزء بعينه من العدد الثالث إلى الرابع، فإن نسبة الثلاثة إلى الستة كنسبة التسعة إلى ثمانية عشر فيه جزء الثلاثة أعني الواحد كنسبة الذي هو ثلثها إلى الستة كنسبة الثلاثة إلى ثمانية عشر، وهما أيضاً ثلثها.

<المقدمة> السادسة: إذا قسم عدد كالثلاثين على عدد كالعشرة يكون نسبة الخارج من القسمة وهو الثلاثة إلى المقسوم عليه كنسبة الواحد إلى المقسوم عليه، فالثلث عشر ثلاثين كان الواحد عشر العشرة.

<**المقدمة**> **السابعة**: أنه إذا كانت نسبة قطر كرة إلى قطر كرة أخرى كنسبة قطر كرة ثالثة إلى قطر كرة رابعة، وتكون نسبة الكرة الأولى إلى الثانية كنسبة الكرة الثالثة إلى الرابعة وهذه ميسر سنة في موقعها.

<**المقدمة**> **الثامنة**: أنهم يروا أن نسبة الكرة إلى الكرة كنسبة القطر إلى القطر مثلثة بالتكرير يعني إذا كان قطر كرة نصفاً لقطر كرة أخرى مثلاً يكون الكرة الأولى نصفاً لنصف نصف الكرة الثانية.

إذا تقررت هذه المقدمات فلنشرع في المقصد فنقول بالله التوفيق: إذا أردنا بيان نسبة مقدار أعظم الجبال إلى كرة الأرض بينا أولاً أن نسبة نصف فرسخ إلى قطر الأرض كنسبة خمس سبع عرض شعيرة إلى ذراع، <وذلك> بأن ضربنا عدد شعيرات/(ص 58ظ) إصبع واحد وهو الستة في عدد أصابع قبضة وهو الأربعة ليحصل عدد أصابع ذراع واحد وهو أربعة وعشرون إصبعاً، ثم ضرب الحاصل في عدد شعيرات إصبع حصل عدد شعيرات ذراع واحد وهو مائة وأربعة أربعون، ثم قسمنا عدد ضعف فراسخ قطر الأرض على رأي القدماء وهو خمسة آلاف وتسعون نصفاً على عدد شعيرات الذراع على رأي المحدثين فخرج من القسمة خمسة وثلاثون وكسر خمسين، ولم يعتدوا به فيعتبرون الخارج خمسة وثلاثين بالتقريب كما أشار إليه الشارح، فبحكم المقدمة السادسة تكون نسبة الخارج من القسمة إلى المقوم، وهو عدد ضعف فراسخ قطر الأرض كنسبة الواحد إلى المقسوم عليه، وهو عدد شعيرات ذراع واحد، أعني نسبة شعيرة واحدة إلى عدد شعيرات الذراع، وبحكم المقدمة الخامسة يكون خمس خمسة وثلاثين لا يمد وضعت فراسخ القطر، أعني نسبة نصف فراسخ إلى قطر الأرض كنسبة خمس سبع شعيرة إلى ذراع، لأن المقسوم أنصاف فراسخ القطر والمقسوم عليه عدد شعيرات ذراع وسبع خمسة وثلاثين هو الخمسة، وخمس الخمسة هو الواحد يكون بالضرورة نسبة نصف فرسخ واحد إلى القطر كنسبة خمس سبع عرض

شعيرة إلى ذراع، فيكون بحكم المقدمة الرابعة، نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض كنسبة سُبع عرض شعرة إلى ذراع، وهي نسبة الواحد إلى ألف وثمانية، لأنهم إذا أرادوا بينا نسبة كسير إلى عددٍ آخر ضربوا مخرج الكسير في ذلك العدد والمنسوب إليه الكسر فيكون نسبة العدد الذي أخذ منه الكسر إلى الحاصل من الضرب كنسبة ذلك الكسر إلى ذلك العدد المنسوب إليه الكسر. مثلاً إذا أرادوا بيان نسبة ربع الواحد على تقدير كون الواحد عدد إلى عشرين ضربوا مخرج الربع وموالا بقة في عشرين يحصل ثمانون كنسبة الواحد إلى ثمانين كنسبة ربع الواحد إلى عشرين. ففيما نحن فيه أرادوا بيان نسبة سبع عرض شعيرة إلى ذراع ضربوا أولاً مخرج السُّبع وبقية السبعة في عدد شعيرات ذراع وهو مائة وأربعة وأربعون على رأي المحدثين قر ألفا حصل ألف وثمانية، وكل عدد أسباع الشعيرات لذراع واحد فعلموا أن نسبة سُبع عرض شعيرة إلى ذراع نسبة الواحد إلى ذلك الحاصل من الضرب وهو المراد هنا. وهذه النسبة وهي نسبة الواحد إلى ألف وثمانية بعينها نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى قطر الأرض من غير تفاوت أكثر من طريق المحققين من الحسّاب والمهندسين.

ثم تبين بحكم المقدمة السابعة أن نسبة كرة قطرها مقدار ارتفاع أعظم الجبال إلى كرة الأرض كنسبة كرة قطرها مقدار سُبع عرض شعيرة إلى كرة قطرها مقدار ذراع، فإذا نزلنا كلاً من الجبل وجرم السبع منزلة الكرة يكون نسبة أعظم الجبال إلى كرة الأرض كنسبة جرم سبع عرض شعيرة إلى كرة قطرها ذراع.

ثم بحكم المقدمة الثامنة إن هذه النسبة نسبة الواحد إلى ألف ألف ألف ومائة واثنين وتسعين وخمسمائة واثني عشر، لأن ضرب مخرج السبع في عدد شعيرات الذراع على 144 حصل 1001 أعني عدد أسباع الشعيرات لذراع، وضربنا ذلك العدد في نفسه حصل 1016064 وضربنا الحاصل في ذلك العدد مرة أخرى حصل 1024192512 وهو العدد المنسوب إليه الواحد وهذه النسبة هي المطلوب بيانها من قولنا. وما

ذكرنا من تساوي النسبتين إنما يتأتى إذا أخذنا القطر القدماء والذراع على رأي المحدثين، لأنا إذا أخذناهما على رأي المحدثين مثلاً وقسمنا عدد ضعف فراسخ القطر على عدد شعيرات الذراع يخرج من القسمة ثلاثون وكسر ثمانية، فيكون بحكم المقدمة السادسة نسبة الخارج إلى المقسوم وهو أربعة آلاف وثلاثمائة وثمانية وعشرون، لأن القطر عند المحدثين ألفان ومائة وأربعة وستون/(ص 59و) كنسبة الواحد إلى المقسوم عليه وهو مائة وأربعة وأربعون، أعني نسبة شعرة إلى ذراع فلا يكون نسبة خمس سدس ثلاثين وهو الواحد إلى عدد ضعف فراسخ القطر أعني نسبة نصف فرسخ إلى القطر كنسبة خمس سبع شعيرة إلى ذراع، إذِ نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى القطر على هذا الرأي نسبة الواحد إلى ثمانمائة وأربعة وستين، لأنا إذا ضربنا مخرج سدس الخارج وهو الخمسة من ثلاثين وهي مقدار الارتفاع في عدد شعيرات الذراع يحصل ثمانمائة وأربعة وستون وهو عدد أنصاف فراسخ القطر ونسبة سبع عرض شعيرة إلى ذراع نسبة الواحد إلى وثمانمائة كما مرّ، ولا شك أن نسبة الارتفاع إلى القطر على هذا الرأي كان أعظم من نسبة سُبع عرض شعيرة إلى ذراع، وأما إذا أخذنا سدس عرض شعيرة كما أخذنا سدس الخارج من القسمة فيتساوى نسبة ارتفاع أعظم الجبال إلى القطر، ونسبة سدس عرض شعيرة إلى ذراع على هذا الرأي أيضاً كما لا يخفى على من له دربة في علم الهندسة والحساب، فيكون بحكم المقدمة الثامنة أن نسبة أعظم الجبال إلى كرة الأرض كنسبة كرة قطرها سدس عرض شعيرة إلى كرة قطرها ذراع، لأنه إذا صحّ السدس من ثلاثين أي مقدار الارتفاع ولم يصح السبع ضربنا السدس من مخرج السدس في عدد شعيرات الذراع حصل 864 وضربنا ذلك العدد في نفسه حصل 76496 وضربنا الحاصل في ذلك العدد، ومرة أخرى حصل 645004544 وهي نسبة الواحد إلى ستمائة ألف ألف وخمسة وأربعين ألف ألف وأربعة آلاف وخمسمائة وأربعة وأربعين، وإذا أخذناهما على

رأي القدماء يكون التفاوت أكثر، لأنا إذا قسمنا عدد ضعف فراسخ قطر الأرض وهو خمسة آلاف وتسعون نصفاً على رأيهم كما مر مراراً على عدد شعيرات ذراع وهو مائة واثنان وتسعون يخرج ستة وعشرون وكسر ثمانية وتسعين، فيكون بحكم المقدمة السادسة نسبة ستة وعشرين وهو الخارج من القسمة بالتقريب إلى خمسة آلاف وتسعين وهو المقسوم كنسبة الواحد إلى مائة واثنين وتسعين، وهو المقسوم عليه، أعني نسبة شعيرة إلى ذراع، وإذا لم يصح الكسر المنطّق، أي مقدار الارتفاع من ستة وعشرين، فتعتبر نسبة الارتفاع إلى القطر، ومع ذلك حصل المضخم لأنه عُلمَ مما ذكر أن نسبة الارتفاع إلى القطر أعظم في الصورتين المذكورتين، لأنا ضربنا مخرج السبع في عدد شعيرات الذراع حصل ألف وثلاثمائة وأربعة وأربعون، وهو عدد أسباع الشعيرات لذراع على رأيهم.

ولا شك أن نسبة الارتفاع إلى القطر أعظم بأكثر من نسبة الواحد إلى ألف وثلاثمائة وأربعة وأربعون، وقس على هذه النسبة نسبة الكرات.

وإذا أخذنا القطر على رأي المحثين والذراع على رأي القدماء فيكون التفاوت أفحش، لأنا إذا قسمنا عدد ضعف فراسخ القطر على هذا الرأي وهو أربعة آلاف وثلاثمائة وثمانية وعشرون وكسر مائة وأربعة فيكون نسبة الخارج إلى القطر كنسبة الواحد إلى عدد الشعيرات لذراع وهو مائة واثنان وتسعون على هذا أول، أعني نسبة شعيرة إلى ذراع فلم يصبح الكسر المنطق أي مقدار الارتفاع من الخارج فتعتبر نسبة الارتفاع إلى القطر أعظم مما في الصور السابقة، ونسبة سبع عرض شعيرة إلى ذراع كنسبة الواحد إلى ألف وثلاثمائة وأربعة وأربعين، فعظم نسبة الارتفاع إلى القطر كان أفحش وقس على هذه النسبة نسبة الكرات.

واعلم أن الخارج من القسمة خمسة وثمانون في الصورة الأولى وثمانون في الثانية وستة وعشرون في الثالثة واثنان وعشرون في الرابعة وبقي في كل واحدة منها كسر كما مرّ، فعظم النسبة وصغرها يُعلم من الخارج من القسمة والله أعلم وأحكم/ (ص 59ظ).

33.7 نصوص أبو محمد الرّبّي (؟)

1.33.7 نبذة عن حياة المؤلف

للأسف لم نتمكن معرفة أي شيءٍ عن هذا المؤلف ولا عن تاريخ وفاته.

2.33.7 رســـالة في أخــذ الأبعـــاد

عثرنا على هذه الرسالة ضمن مجمـــوع في مكتبة أيا صـــوفيا رقم (AYASOFYA_4830)، (225 و-227 ظ)،

(الشكل 17.7) الصفحة الأولى والأخيرة من رسالة في أخذ الأبعاد لأبي محمد الربي

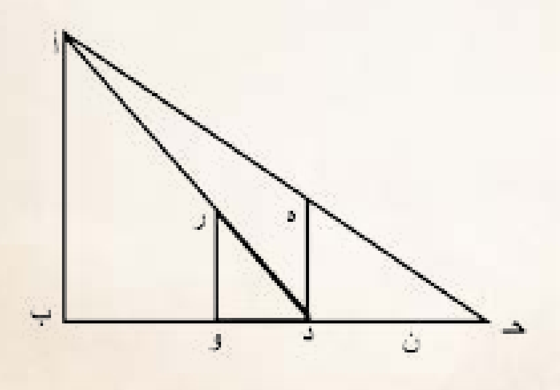
بسم الله الرحمن الرحيم

كتاب أبي محمد الربي في أخذ الأبعاد

اعلمتني اعزك الله بطاعته وأكرمك برضوانه وأيدك بتوفيقه أنكم احتجتم إلى معرفة ارتفاع حصن من حصون العدو أهلكه الله، فاعتمدتم في ذلك على بعض من حضركم ولم تسمِّ لي من وثقتم به إلا واحداً، وأمّا أنا فقد حسبت أنه لا يكون ثقة لكثرة معرفتي وتجربتي لأمثاله، وكان دليك على أنه ثقة بمعرفة ذلك أنه ممن عمل كتاب أقليدس وعمل كتاب أقليدس (هكذا مكررة في الأصل)، وفكّه ثم حفظه مدخل وابتداء بهذا الفن والذي بعده من تصريفه في المساحات واستعماله في المجهولات والتكرر في ذلك حتى تقع الدربة وينزل الحذف اكثر من كتاب أقليدس أضعافاً ولست أقول إنّ هذا في باب الحساب فقط، بل في جميع العلوم من علوم البديهية والروية، وهو في باب الحساب أوجب وأوكد لأنه أدق وأغمض وأبعد غايةً وأكثر وسائط، فهو لذلك أحوج الى الدربة وأولى بطول التصريف، ولما رأيت همتك العالية مشتغلة بذلك متذكرةً له مع أنه من غير بابك ولا داخلٌ في عنايتك، وعلمت قدر فهمك وسعه إحاطتك وسرعة إدراكك، وجب عليّ أن أكتب لك منه عملاً إذا تمسكت به واستعملته فيه بلغت الغاية مما تريده وساويت في البلوغ المراد وإدراك البغية أهل العلم بهذا الباب والحذق بهذا الفن، ولم يكُ في حد الشكر ومقارضة الإحسان أن يسعني شيء فيعجز عنك إن شاء الله تعالى وحده.

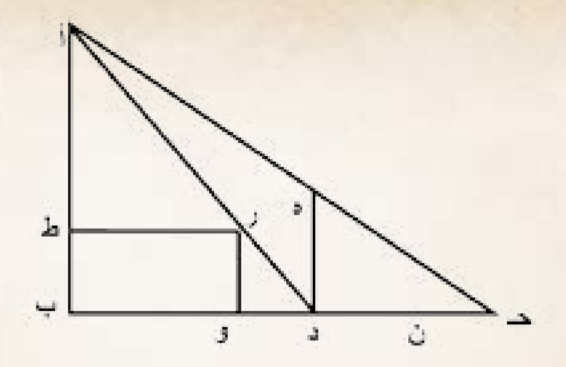
ولنمثل للمسألة مثال يقع تحت الحسّ لتكون عوناً في الإدراك بعد أن نذكر أنواع المسائل التي تعرض ويحتاج إليها، وهي إما أخذ ارتفاع شيء في السماء أو عمقه في الأرض أو بُعده منك أو بُعد ما بين شيئين متباينين. فليكن الشيء المرتفع خط أ ب والبعد منه خط ي حـ فإذا أردت معرفة أ ب و معرفة ب حـ دون أن تزول من مكانك الذي أنت

فيه، فإنك تأخذ مسطرة أو عوداً مستقيماً معتدلاً فتقيمه أمامك وتضع إحدى عينيك في نقطة حـ وتدني المسطرة وتبعدها من عينك حتى يتفق أن يجوز شعاع البصر على رأس ه ونقطة أ ولتكن هذه المسطرة خط د ه أعني بقولي خط ركن المسطرة وهو خط ونقطة د في خط ب حـ والشرط في نصب خط د ه أن يكون عموداً على سطح الأفق غير مائل / (ص 225و) عليه يخص ذلك ببعض الأوزان المستعمل بها، فإذا تمّ ذلك وقفناه في مكانه وعلى رأسه ثم أخذنا مسطرة ثانية أو عوداً كنحو ما قلنا مساوية لخط د ه ونضع إحدى العينين في نقطة د وتقدم المسطرة د ه الثانية المساوية لمسطرة ويؤخرها حتى يكون جواز الشعاع على رأسها ونقطة أ وليكن مسطرة و ر فإذا اتفق ذلك اثبتناها ولئلا يكرر القول بعدم أن كل خط نقوم فالشرط غير أن يكون عموداً غير مائل ومن البين أنّ خط حـ ط أطول من خط د و أبداً فنقطع فيه مثله وهو خط د ن فيبقى خط حـ ن فتقسم خط حـ ن أي الأقسام شيئاً وأمكننا بتلك الأقسام خط ن د وخط د ه فإذا أردت معرفة أ ب فالقسم المذكور فاضرب أقسام د حـ في أقسام د ه واقسم على أقسام ن حـ فما خرج فهو أقسام أ ب من مثل أقسام ن حـ.



وإن أردت الخروج إلى ب حـ فاضرب أقسام حـ د في نفسها واقسم المجتمع على ن حـ فما خرج فهو خط ب حـ الذي أردت معرفته وقد يخرج بوجوه استغنيت عن ذكرها إذا هذا الذي ذكرت أحضرها في العمل وأقربها في المعنى، وبمثلها أيضاً بالعدد إذْ هو من تمام التمثيل في العمل فينزل أن خط ن حـ جزء واحد أي جزء كان وإنّ خط د حـ عشرون جزءاً مثله وإن د ه عشره أجزاء مثله فعلى العمل المتقدم يكون خط أ ب مائتين مثل ن حـ وخط ب حـ أربع مائة، فإن كان ن حـ ذراعاً واحداً كان أ ب مائتي ذراع وكان حـ ب أربع مائة ذراع، وإن كان ب حـ ذراعين فحساب ذلك يكون أ ب مائة ذراع و ب حـ مائتي ذراع، ويترك ذكر العلة والبرهان على هذا العمل؛ إذْ إنما كتبته لك لا لغيرك وحاجتك إلى العمل لا لما العلّة، ومن أراد البرهان ممن له أن يعمله لم نعب عنه لقربه إنّ شاء اللّه، فإن صورة المسألة الممثلة لعملها بينة عنها دالة على برهانها.

فإن كنّا في رأس جبلٍ أو على وادٍ أو هوّة أو بئر وأردنا معرفة عمقه فإنّا نعيد العمل المتقدم نفسه فننزل إناء عند نقطة و من الأرض وإن العمق الذي نريد معرفته خط ر ط، فإذا أردنا ذلك فإنّا نفرض مكاناً ما من العمق يقع عليه البصر ويكون مكاناً للشعاع ولتكن نقطة أ ثم يخطّ في وجه الأرض خط و ر ويعدله حتى يكون موازياً للأفق ونجعله /(ص225ظ) صغيراً جداً لما ستستبين الحاجة إليه ونقيم من نقطة و مسطرة أو عوداً معتدلاً مستقيماً عموداً، ويمر بإحدى أعيننا فيه طالعاً أو هابطاً حتى يجوز الشعاع على نقطتي أ ر فثبت البصر عند ذلك ويعلم على موضعه من المسطرة نقطة د ثم يخرج من نقطة د في سطح عموداً وهو د ه وليحبسه حابس أو يرفده رافد من آلة أو غيرها ثم يمر شعاع العين طالعاً أو هابطاً حتى يجوز على نقطتي أ ه وليكن ذلك عند نقطة حـ فيعلم ثم ويقطع في د حـ مثل د و لأنه أعظم منه يكون لامحالة وهو د ن فقد صرنا إلى مثل المسألة المتقدمة نفسها.



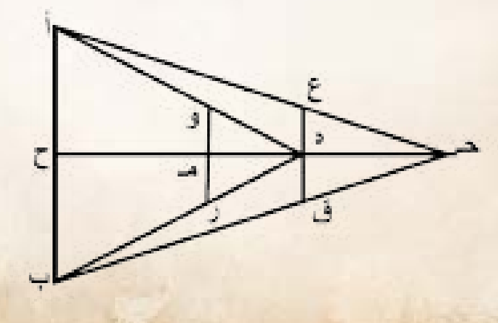
وتتوهم خط ح و نافذاً في الأرض حتى يلقى خط أ ط عند نقطة ب فاضرب حـ د في نفسه بعد أن تجزئه يمثل ن حـ أو يمثل أجزائه أو اقسم المجتمع وعلى ن حـ يخرج لك في القسم خط ب حـ فاسقط منه خط حـ و يبقى خط و ب المساوي لخط ط ر وهو العمق.

وإن كان بئراً فإن شئت فاعمل بهذا العمل وإن شئت فتأخر وليكن قطر فم البير خط أ د وعمقه أ ب وهو المطلوب ويقيم من د خط د ه عموداً كأنه أ من كان وتقسمه أي الأقسام شئت وتقسم أ د يمثلها ثم ننظر من نقطة ه إلى نقطة ب التي في أسفل البئر ويعلّم موضع ممر الشعاع من خط أ ه وليكن نقطة و وإن خشيت افتراق الشعاع في خط أ د فضع من عند الناظر الذي هو نقطة ه مسطرة أو لوحاً يجري الشعاع عليه إلى نقطة ب فما قاطع من خط أ د فعلّم عليه وهو نقطة و ثم اضرب أجزاء أ و في أجزائه د ه واقسم على أجزاء د و فما خرج في القسمة فهو عمق البئر المذكور من أجزاء مثل الأجزاء المفروضة في خطوط و أ د ه وذلك ما أردنا أن نبين.

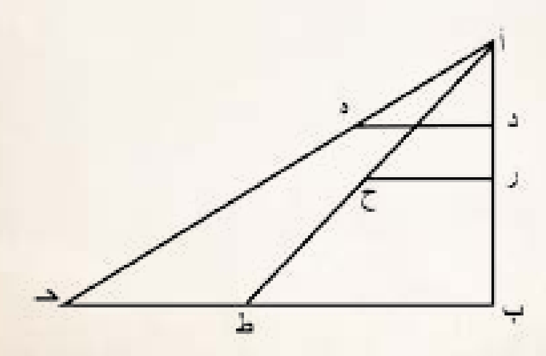




وإن كان المجهول الذي تريد معرفته معترضاً مثل أ والناظر منه بموضع حـ فإنا نخرج من نقطة حـ خطاً بين يدي حـ إلى ناحية أ ب ونروم أن يكون الشعاع الواصل له الواقع على أ ب عموداً عليه وليكن حـ ح مع الشعاع المتصل والعود حـ ر ويقسمه عند ه ونخرج من ه خطاً مقاطعاً لخط حـ ر عموداً عليه وهو خط ع ه ق ونضع البصر عند حـ وننظر / (ص 226و) إلى طرفي ع ق متقدماً بالبصر أو متأخراً او بخط ع ق حتى يجوز الشعاع على نقطتي ع أ من الناحية الواحدة وعلى نقطتي ق ب من الناحية الأخرى، فإذا اتفق ذلك أثبتنا ع ق في مكانه ثم نظرنا من نقطة مقاطعه ع ق لخط ح حـ وهي ه وأقمنا عوداً مساوياً لخط ع ق ونظرنا من نقطة ه وقدّمنا وأخّرنا العود حتى يجوز الشعاع على طرفيه عند ر و ويكون مقاطعته لخط ح حـ عند م، فإذا اتفق ذلك اثبتناه فقد صرنا إلى مثل المسائل المتقدمة لأن خط د حـ من مثلث أ حـ ح أخرج فيه ه ع وأخرج أيضاً م ومساوياً له في مثلث أ ه ح، وهي المسألة المتقدمة نفسها وكذلك أيضاً من الجهة الثانية فيعمل كما تقدم.



وإن كان البعد المجهول متصلاً بشعاعك الخارج أمامك مثل أنْ لو كان موضع البصر نقطة أ والخط الذي تريد معرفته خط ط حـ وهو في سطح القامة، فإذا أردت ذلك فأقم عصا أو مسطرة مقسومة بأجزاء أي قسمة قسمت وأثبتها وهي أ ب ثم عندها مسطرة مقسومة تلك القسمة ويكون وضعها من خط أ ب على زوايا قائمة وهبطها كذلك في خط أ ب أو صعدها حتى يجوز بصرك على طرف المسطرة وطرف المنظور إليه الأبعد وهو حـ وليكن المسطرة د ه و د من خط أ ب ثم هبّط المسطرة مقاطعةً لخط أ ب على زوايا قائمة كما شرطنا وينظر من نقطة أ إلى طرفها حتى يتصل الشعاع نقطة ط التي هي أقرب المنظور إليه بنقطة طرف المسطرة وليكن طرف المسطرة في الشعاع عند نقطة ح وطرف المسطرة عند خط أ ب نقطة ب فإذا أردت أن تعرف حـ ب فاضرب د ه في أ ب المقسومين قسمةً واحدةً، واقسم على أ ر يخرج في القسم ب حـ المطلوب. وإن أردت معرفة ب ط فاضرب المسطرة في أ ب واقسم على أ ر يخرج في القسم ب ط فأسقطه من ب حـ يكون الباقي ط حـ المطلوب وذلك ما أردنا أن نبيّن.



وإنْ أردت معرفة سفح جبل فقد أخبرتك كيف تعلّم عمق د ه الذي هو ارتفاعه وما بينك وبين عموده كما تقدم في أول مسألة / (ص

226ظ) ثمّ تعرف ما بينك وبين أصله وتسقطه مما بينك وبين أصل عموده وتضرب الباقي في نفسه العمود في نفسه وتجمعهما وتأخذ جذر المجتمع فهو السفح الذي أردت وإنما يُفْعل هذا إذا كان السفح معتدلاً.

قد ذكرنا من العمل المستخرج من نتائج العلم في كل مسألة يمكن أن تعرض ما فيه كفاية وبلوغ إلى غاية ولم يبق إلا اتفاق نصب الأعمدة وتسهيل الأرض موازية للأفق وتحرير القسمة في الخطوط وليس ذلك باليسير في الأرض، وأسهل منه استعمال آلة تكون معدّة على نحو ما ذكرنا في الأرض تكفي المشقة وكثرة المؤونة، يخفّ عملها على النجارين ويخف العمل بها على المستعملين.

واعلم أن هذا الباب يحتاج فيه إلى الحكمة بتمامها من العلم والعمل؛ فأما العلم فتركته هنا إذْ لم يكن المذهب إلا القصد الى الفائدة والنتيجة فقط، فإما العلم بما يلحقه فهو مكتوب في موضعه لمن أراده مستقصىً ببراهينه ووصف آلته حتى يكون الذي يدركه الطالب المستعمل قدر مائة ميل وأكثر إذا أدركه البصر، فإن بالحيلة التي يدرك بها القليل يدرك الكثير نفسها وليس يمتنع إدراك كل ما يقع عليه البصر من طريق العلم والحيلة، وإنما تمتنع منه ما تمتنع من طريق عجز الإنسان في العمل وهي الآلة، إذ الإنسان أتمّ بسطه في العلم منه في العمل ومثال ذلك أن الإنسان يزن القنطار أو أكثر منه بالميزان أو القرسطون المستخرج العمل بهما من نتائج العلم فلو كلف وزن شيء من مائة قنطار أو نحوها لعجز عن ذلك يضعف الجسم في العمل لا يعجزه في العلم فلو كان قوته مائة مثلها في الحقيقة لأمكنه وكانت الحيلة في ذلك هي التي كانت في القليل نفسها وإذا. .. (يوجد مسح للكلمة هنا) رام شيء من أشياء وبطل أحدها لم يعم ذلك الشي وكان عدم شيء منها كعدمها وهذا العجز الذي في قوة حواس الإنسان وعمله هي <التي> حرمته إدراك أشياء كثيرة جليلة فلولا ضعفه وعجزه لأدرك أبعاد نجوم السماء لا مكان ذلك من طريق العلم لأن الأصل والعلة في إدراكه ذلك كالعله في إدراكه القريب والبعيد

الممكن إدراكه ولكن ما احتج فيها وفي آلتها مثلاً في مثل المسألة الأولى إلى أن تضع د ه بعد إقامتك و ل ومرور شعاع البصر على ه أ وتأخرنا بالناظر في خط ب د حـ حتى يجوز الشعاع إذا نظرنا إلى الشيء المنظور إليه في السماء على كما قلنا لم يَفِ جميع سطح الأرض بمثل خط د حـ فامتنع الإدراك من طريق العمل وامتنع العمل من طريق/(ص 227و) عجز جسم الإنسان وضعف حواسه لا من جهة علمه.

وللإنسان غايه جعلت له في جميع أحواله لا يجوزها ولا يستطيع الزيادة فيها ومن أفضل العلم معرفة الإنسان قدره والموضع الذي ينتهي إليه علمه وطاقته فتطلب ما أوتي وشكر على ما أعطي ويقصر عما منع ولا يتطلب ما حُرمَ فيقع في التعب والعنا والمحال في هذا الباب هلك الناس في دينهم ودنياهم ونعوذ بالله من الخذلان وحرمان التوفيق، ولهذا جعل أهل العلم <قول> «لا أدري» نصف العلم، لأن علم الإنسان أنّه لا يعلم أفضل علمه، وقوله أفضل خصاله، فإن علم أنه لا يمكنه أن يعلم شيئاً ما فأعلى من ذلك وأشرف والله واهب العلم ومؤتي الحكمة لا إله إلا هو.

تمّ كتاب أبى محمد الرّبي في أخذ الأبعاد والحمد لله كثيراً وصلى الله على محمد النبي وآله.

وفرغت من كتابته بدمشق في شعبان سنة 636 هجرية /(ص 227ظ).





الفصل الثامن

كروية الأرض في المفهوم العلمي الحديث

The sphericity of the Earth in the modern scientific concept

1.8 مقدمة

يعد كوكب الأرض الكوكب الثالث من مركز نظامنا الشمسي، فهو يقع بين كوكب الزهرة والمريخ على مسافة (150×10^6 كم) من الشمس. يبلغ متوسط نصف قطره (6371 كم)، ومساحته 5101×10^8 كم^2، ومتوسط كثافته يبلغ 5.5 غرام لكل سنتيمتر مكعب. إنه أحد الكواكب الأرضية (عطارد والزهرة والأرض والمريخ)، ويتألف من صخور صلبة، مع وجود معادن السيليكات الأكثر وفرة في الطبقات الخارجية وسبائك الحديد والنيكل الكثيفة التي تشكل المادة الأساسية.

لقد تكثفت الأرض -وغيرها من الكواكب الأخرى- من سديم شمسي منذ نحو 5 بلايين سنة. في هذه العملية، اصطدمت سحابة دوامة من الغبار والغاز والكواكب الصغيرة مع بعضها بعضاً، لتشكل في النهاية الكواكب الكبيرة. كانت الأرض ذات درجة حرارة عالية عند تشكلها سمحت بانصهار الأرض في وقت مبكر وفصل العناصر المعدنية الثقيلة مثل الحديد (Fe) والنيكل (Ni) لتغرق في اللب، وللعناصر الصخرية الأخف وزناً. وبعدها أدت هذه العملية إلى تمايز الأرض إلى عدة كتل مختلفة متحدة المركز ذات كثافة وتكوين متباينين وكانت عنصر التحكم الرئيسي في بنية الأرض واسعة النطاق حتى يومنا هذا.

تشمل الطبقات الرئيسية للأرض القشرة، وهي قشرة خارجية خفيفة بسماكة (5–70 كم). ويتبع ذلك إلى الداخل طبقة صخرية صلبة تمتد إلى (2900 كم)، أما اللب الخارجي فهو عبارة عن طبقة معدنية منصهرة تمتد إلى عمق (5100 كم)، واللب الداخلي عبارة عن طبقة معدنية صلبة تمتد إلى (6370 كم). مع التعرف على الصفائح التكتونية في الستينات، أدرك الجيولوجيون أن الأجزاء الخارجية من الأرض جرى تقسيمها أيضاً إلى عدة مناطق لها خصائص ميكانيكية مختلفة جداً.



جرى التعرف على أن الغلاف الخارجي للأرض بعد أن قُسِّم إلى العديد من الصفائح الصلبة المختلفة التي تتحرك جميعها فيما يتعلق ببعضها بعضاً، وبعضها يحمل قارات في الانجراف القاري. عرفت هذه الطبقة الخارجية الصلبة بالغلاف الصخري وسمكها (75–150 كم). يطفو الغلاف الصخري بشكل أساسي على طبقة صخرية أكثر كثافة، ولكنها منصهرة جزئياً في الوشاح العلوي المعروف باسم الغلاف الموري (أو الكرة الضعيفة). إن ضعف هذه الطبقة هو الذي يسمح للصفائح الموجودة على سطح الأرض بالتحرك.

يوضح التقسيم الأساسي لسطح الأرض أنه مقسم إلى قارات وأحواض محيطات، حيث تحتل المحيطات نحو 60% من سطح الأرض والقارات بنسبة 40%. الجبال هي أجزاء مرتفعة من القارات، والشواطئ هي المكان الذي تلتقي فيه الأرض بالبحر، وتنتشر الأرفف القارية على مساحات واسعة وعلى مناطق ضيقة تحتها قشرة قارية مغطاة بالمياه الضحلة.

تعد المنحدرات القارية هي منحدرات شديدة الانحدار من حافة الجرف إلى حوض المحيط العميق، والارتفاع القاري هو المكان الذي يتسطح فيه المنحدر ليندمج مع سهول أعماق المحيطات السحيقة. أنظمة حواف المحيط هي سلاسل جبلية شبه مائية حيث تتكون قشرة محيطية جديدة عن طريق انتشار قاع البحر. تكون الأحزمة الجبلية على الأرض من نوعين أساسيين: أحزمة تكون الجبال هي سلاسل خطية من الجبال، وتنشأ إلى حد كبير في القارات، تحوي على صخور شديدة التشوه والتواء تمثل الأماكن التي تصادمت فيها ألواح الغلاف الصخري أو انزلاق بعضها بعضاً. أما نظام التلال الوسطى فهو سلسلة من التلال الجبلية الطويلة (65000 كم) تمثل تدفقات هائلة من الحمم البركانية الصغيرة في قاع المحيط والأماكن التي يجري فيها إنشاء قشرة محيطية جديدة بواسطة الصفائح التكتونية. بعد تشكيله، يتحرك بعيداً

عن قمم التلال، وتملأ الصفائح الصخرية الجديدة الفراغ الناتج عن انحراف الصفائح عن بعضها.

تحوي الأحواض المحيطية أيضاً على خنادق طويلة وخطية وعميقة للمحيط يصل عمقها إلى عدة كيلومترات أعمق من قاع المحيط وتصل محلياً إلى عمق (14 كم) تحت سطح البحر. تمثل هذه الأماكن التي تغرق فيها القشرة المحيطية مرة أخرى في وشاح الأرض، لتكمل الدورة التكتونية للصفائح للقشرة المحيطية. (Kusky, 2005)

يعد فهم أصل الأرض والكواكب والشمس والأجسام الأخرى في النظام الشمسي مشكلة أساسية ولكنها معقدة أثارت اهتمام العلماء والفلاسفة لعدة قرون، لقد فقدت معظم السجلات من أقدم تاريخ للأرض بسبب إعادة العمل التكتوني والتآكل، لذا فإن معظم ما نعرفه عن تكوين الأرض والنظام الشمسي يأتينا من دراسة النيازك، وقمر الأرض، ورصد الكواكب الأخرى وغيوم الغاز بين النجوم.

يعرض النظام الشمسي العديد من الاتجاهات العامة مع زيادة المسافة من الشمس، وتدل التغييرات المنهجية مثل هذه على أن الكواكب لم تلتقطها الشمس عن طريق الجاذبية، بل تشكلت من حدث واحد حدث منذ نحو 5 بلايين سنة. تشير النظرية السديمية المتعلقة بأصل النظام الشمسي إلى أن سحابة كبيرةً من الغبار والغاز تشكلت وبدأت في الانهيار تحت تأثير جاذبيتها الخاصة. عندما انهارت، بدأ في الدوران بشكل أسرع للحفاظ على الزخم الزاوي (كما يدور المتزلجون على الجليد بشكل أسرع عندما يضمون أذرعهم إلى صدورها)، وفي النهاية شكلت قرصاً، كما شكلت الاصطدامات بين الجسيمات في القرص كواكب أولية، والتي كان لها بعد ذلك حقول جاذبية أكبر من الجسيمات المحيطة بها، وبدأت في اكتساح الجسيمات السائبة وتجميعها.

تنص نظرية التكثيف على أن جزيئات الغبار بين النجوم (التي تشكل الكثير منها في مستعر أعظم (سوبرنوفا) أقدم) تعمل كنواة تكثيف تنمو من خلال تراكم الجسيمات الأخرى لتكوين كواكب صغيرة لها مجال جاذبية أكبر يجذب ويجمع كواكب وغبار أخرى. تتسبب بعض الاصطدامات في التراكم، بينما تكون الاصطدامات الأخرى صعبة وتتسبب في تشظي وتفتت الأجسام المتصادمة. أصبحت الكواكب الجوفيانية (المنسوبة إلى المشتري) كبيرة جداً لدرجة أن مجالات جاذبيتها كانت قادرة على جذب وتجميع الهيدروجين والهيليوم الطليقين في السديم الشمسي.

تفسّر نظرية التكثيف الاختلافات الرئيسية بين الكواكب ذات المسافة من الشمس، حيث إنّ درجة حرارة السديم الشمسي كانت ستنخفض بعيداً عن المركز الذي تشكلت فيه الشمس. تحدد درجة الحرارة المواد التي تتكثف من السديم، لذلك جرى تحديد تكوين الكواكب من خلال درجة الحرارة في موقع تكوينها في السديم.

تتكون الكواكب الأرضية الداخلية من مواد صخرية ومعدنية لأن درجات الحرارة المرتفعة بالقرب من مركز السديم سمحت للمواد الصخرية والمعدنية فقط بالتكثف من السديم. في حين أنّ الماء والأمونيا تكثف أيضاً من السديم، لأن درجات الحرارة كانت أكثر برودة على مسافات أكبر من الشمس المبكرة.

في وقت مبكر من تطور النظام الشمسي، كانت الشمس في مرحلة نجوم تي-الثور T-Tauri وتمتلك رياحاً شمسية قوية تطاير معظم الغازات من السديم الشمسي، بما في ذلك الغلاف الجوي المبكر للكواكب الداخلية. تسببت ديناميكيات الجاذبية في أن تدور العديد من الكواكب الأولية المبكرة في سحابة أورت Oort Cloud، حيث توجد معظم المذنبات والعديد من النيازك. بعض هذه الأجسام لها مدارات غريبة الأطوار تجلبها أحياناً إلى النظام الشمسي الداخلي، ويُعتقد أن الاصطدام مع المذنبات والجزيئات الأصغر جاء بالغلاف الجوي الحالي والمحيطات إلى الأرض والكواكب الأرضية الأخرى. وهكذا جرت إضافة الهواء والماء، إلى الكوكب بعد تشكله، حيث ألقي بهما من الفضاء العميق لسحابة أورت. (Kusky, 2005)

2.8 شكل الأرض

تبلغ المسافة من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي (12714 كم) وهي أقصر بـ (42 كم) من المسافة عبر خط الاستواء وهي (12756 كم)، ويمكن تمثيل شكل الأرض على أنه شبه إهليلجي إذا بالغنا في ذلك من الناحية البصرية بسبب الاختلافات بين قطريها القطبي والاستوائي.

في الواقع يعدّ الجيوئيد Geoid الشكل الفعلي للأرض ويجري حسابه مع الأخذ في الاعتبار كتلته ومرونته ومعدل دورانه. يتبع متوسط مستوى سطح البحر في المحيطات وهو على شكل كمثرى قليلاً، مع القطب الشمالي (30 كم) بعيدًا عن مركز الأرض عن الأماكن الأخرى والقطب الجنوبي (42 كم) أقرب. (Adams, & Lambert, 2006)



(الشكل **1.8**) يوضح شكل الجيوئيد - تقريب لشكل الأرض الفعلي - مقابل الشكل البيضاوي. يجري تضخيم الجيوئيد بصرياً لتوضيح اختلافه عن الشكل الإهليلجي المثالي.
(Adams, & Lambert, 2006)

3.8 دوران الأرض

تدور الأرض حول الشمس قاطعةً مسافةً تبلغ (149600000 كم)، وتبلغ السرعة المدارية للأرض (29.8 كم / ث)، كما تدور الأرض حول الشمس في اتجاه عكس عقارب الساعة إذا قمنا برؤيتها من الفضاء.

تتتبع الأرض دورةً كاملة كل عام وفق مدار إهليلجي يجعل الأرض أقرب إلى الشمس في يناير/ كانون الثاني وأبعدها في يوليو/ تموز. يُطلق على النقطة التي يقترب عندها كوكب أو مذنب أو كويكب من الشمس اسم الحضيض Perihelion، في حين أن النقطة الأبعد تدعى بالأوج Aphelion. عند الحضيض الشمسي، في الثالث من يناير/ كانون الثاني، تقع الأرض على بُعد (147100000 كم) من الشمس، وفي الأوج، في الرابع من يوليو/ تموز تقع الأرض على بُعد (152100000 كم) من الشمس. (Adams, & Lambert, 2006)

4.8 الجاذبية الأرضية والقوى المؤثرة عليها

يحاول كوكب الأرض الإسراع والسير عبر الفضاء وفق خطٍ مستقيم، وتحاول قوة جاذبية الشمس شدّ الأرض نحو الشمس، ولكن القصور الذاتي – وهو ميل الجسم إلى مقاومة القوة التي تحاول أن تغيّر سرعته أو اتجاهه – هو ما يمنع حدوث ذلك. ولذلك تدور الأرض مأسورةً حول الشمس باستمرار. (Adams, & Lambert, 2006)

وإذا افترضنا أن الأرض كرة ساكنة (تامة الكروية) وإن توزيع كثافة صخورها متماثلة. فإن القوة المؤثرة في جسم ما على مسافة ما من مركز الأرض تكون واحدة في كل مكان، بمعنى أن قيمة عجلة الجاذبية تكون واحدة. ونظراً لأن الأرض ليست تامة الكروية كما أن لها حركة دوران فإن هذا يعني تغير قيمة عجلة الجاذبية على سطح الأرض.

تسمى وحدة تسارع الجاذبية الأرضية بوحدات c.g.s $1cm / s^2$ جال (Gal) تكريماً للعالم جاليليو. مقاييس الجاذبية الحديثة ممكن أن تقيس التغيرات الصغيرة جداً في تسارع الجاذبية إلى جزء واحد من 10^9تكافئ قياس المسافة بين الأرض والقمر بدقة 1 متر.

تصل حساسية الأجهزة الحديثة إلى 10 أجزاء في المليون، مثل هذه القياسات الصغيرة أدت إلى استنتاج وحدات صغيرة مثل المليجال $1mGal = 10^{-3} Gal$ والميكرو جال = 10^{-6} جال.

ولإن قيم الجاذبية المطلوبة في التطبيقات الجيولوجية والمساحية تتفاوت دقتها من + 0.05 مليجال إلى + 0.03 مليجال، ونظراً لصغر هذه القيمة فإن أجهزة الجرافيميتر يجب أن تكون دقيقة جداً في تصميمها وطرائق عملها. (العمري، 2013)

ولقد دلت الدراسات الجيوفيزيائية الحديثة أن كثافة الصخور تزداد تدريجياً مع ازدياد العمق حيث وجد أن مكونات الأرض في اللب (حديد ونيكل) أثقل منها في الوشاح، وفي الوشاح أثقل منها في القشرة. حيث تبلغ كثافة الصخور نحو 12 غرام/سم^3 في اللب بينما في الوشاح 3.5غرام/سم^3 وفي صخور القشرة تصل إلى 2.7 غرام/سم^3. وقد جرى حساب قيم الجاذبية عند الأقطاب بـ (983.218 جال) بينما قيست عند خط الاستواء بـ(978.032جال) واستنتج ان هناك فرق قدره (5.2 جال). وهذا الفرق لا يتفق مع القيم التي جرى التوصل إليها نظرياً عندما افترضنا أن الأرض كروية الشكل وفي حالة سكون وتوزيع كثافتها متماثل والذي يبلغ 3.4جال. وهذا الاختلاف ما بين القيمة المحسوبة بواسطة الأجهزة (5.2 جال) والقيمة النظرية (3.4 جال) يدل على أن الأرض تأخذ شكلاً إهليجياً أو بيضاوياً. (العمري، 2013)

5.8 أدلــة كــروية الأرض

لقد ظهرت أدلة علمية كثيرة تؤيد أن الأرض كروية وليست مسطحة، وسنقدم هنا كل ما استطعنا الوصول إليه من هذه الأدلة.

1. تعدّ اهتزازات البندول وسيلة ثالثة لتحديد شكل الأرض (أو، بعبارة أخرى، علاقة المحور الرئيسي بالمحور الثانوي، على افتراض أن كوكبنا له شكل كروي)، وذلك من خلال توضيح القانون الذي تزداد بموجبه الجاذبية من خط الاستواء باتجاه القطب. كما نعلم فإن علماء الفلك العرب استخدموا اهتزازات البندول لأول مرة في تحديد الزمن منذ نهاية القرن العاشر، وبعد إهمال دام ستمائة عام جرى تبني الطريقة نفسها مرة أخرى من قبل غاليليو والأب ريتشيولي (توفي 1671م) Father Riccioli، في بولونيا. لقد قدم البندول، جنباً إلى جنب مع نظام المسننات المستخدم لتنظيم الساعات (التي جرى استخدامها لأول مرة في التجارب غير الكاملة لسانكتوريوس Sanctorius في باداو عام 1612م، ثم في الملاحظات الأكثر كمالاً لهايغنز Huygens في عام 1656م)، أول دليل مـــادي عن اختلاف شدة الجاذبية عند خطوط العرض المختلفة، وذلك عندما قارن ريتشر Richer دقات الساعة الفلكية نفسها في كل من باريس وكافين في عام 1672م، وثَبُتَ أن الأرض ليست مسطحةً وإنما كروية. (Humboldt, 1872)

2. تعتمد إحدى أهم الحجج ضد الأرض المسطحة على الارتفاعات المختلفة لنجم القطب في السماء، اعتماداً على موقع الراصد. تشكل حالياً نجم القطب والنجوم المحيطة به -ربما تكون على ارتفاعات مختلفة في السماء- النمط نفسه أينما شوهدت على سطح الأرض، مما يدل على أنها بعيدة جداً وأن الخطوط من جميع نقاط سطح الأرض تكون موجهةً إلى النجم القطبي موازياً أو يكون لها الاتجاه

نفسه. وعندما يسافر المرء شمالاً، يُلاحظ أن النجم القطبي يغوص في أسفل السماء أو أنّ لديه مسافة زاويّة أكبر من سمتنا. إذا كانت الأرض مسطحة، فلن يكون الحال هكذا، لأن المسافة الزاوية من الدرجات ستختلف في موضعين تفصل بينهما مسافة 832 كم على خط شمال وجنوب، وهذا يعني أن النجم لا يبعد سوى 5520 كم عن الأرض، وهو أمر غير ممكن أبداً. علاوة على ذلك، من المعروف جيداً أنه عند عبور المحيط الأطلسي من إنجلترا إلى الولايات المتحدة، تشرق الشمس بعد ساعة واحدة كل 9600 كم نقطعه غرباً إذا كانت الأرض مسطحة، وستشرق الشمس في الوقت نفسه فوري على سطحه بالكامل. التفسير الوحيد لهاتين الحالتين -أي الغرق في سماء نجم القطب والتأخيرات المتساوية في وقت شروق الشمس عند السفر مسافات متساوية - هو أن الأرض كروية حتماً. (Kaempffert, 1909)

3. يعد تحدّب البحر دليل على كروية الأرض، خصوصاً بالنسبة لأولئك الذين يبحرون دوماً؛ فهم لا يستطيعون رؤية الأنوار عند وضعها على مستوى أعينهم نفسه، ولكن إذا رفعت على ارتفاع معيّن فإنها تصبح مرئية للعيان فوراً. أي أنّ البحارة وهم يقتربون من مقصدهم، يجدون الشاطئ يرتفع باستمرار نحو نظرهم؛ والأجسام التي كانت في البداية منخفضة، تبدأ بالارتفاع. (Harris, 1898)

4. ما يؤكد على كروية الأرض هو أن النجوم إذا رُصِدت من أي مكانٍ على سطح الأرض، فإنها تُظهر القدْرَ Magnitude (درجة اللمعان) نفسه، وتحافظ على المسافة نفسها بين بعضها بعضاً. (فردي، 2009م)

5. عند السفر نحو الشمال فإن طول ظل الشخص الواقف تحت أشعة الشمس يزداد. وإذا سافر الشخص نحو الشرق أو الغرب فإن نجم

القطب سيبقى كما هو على الارتفاع نفسه، لكن لو سافر نحو الشمال فإنه يصبح أكثر ارتفاعاً أو الجنوب فإنه يصبح أقل ارتفاعاً. (Smith, 1997)

6. ظهور نجوم لأهل الجنوب لا يراها أهل الشمال، ويظهر لأهل الشمال نجوم لا يراها أهل الجنوب، مثلاً ارتفاع نجم سهيل بصنعاء أكثر من عشرين درجة، أما ارتفاعه بالحجاز فهو نحو العشر دقائق، وهو بالعراق لا يرى إلا على خط الأفق، ولا يرى بأرض الشمال، وهناك لا تغيب بنات نعش، وهي تغيب على المواضع التي يرى فيها سهيل. (الهمداني، 1884م)

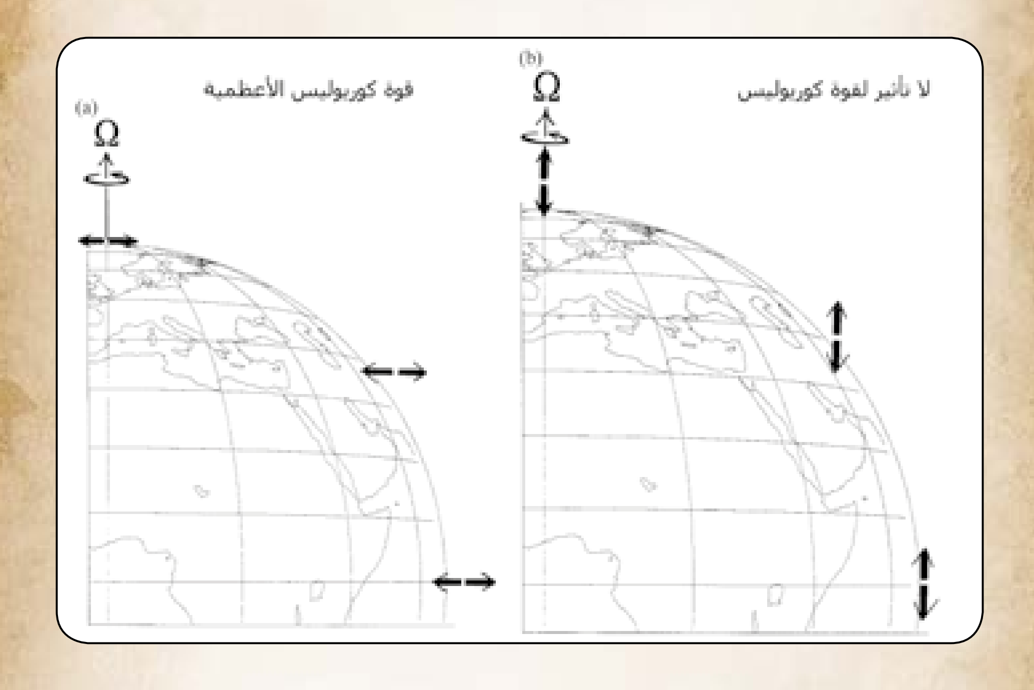
7. من أدلة كروية الأرض تفاوت أوقات بدء الكسوفات ووسطها وانجلائها على الخط الواصل بين المشرق والمغرب، فمن كان بلده أقرب إلى المشرق كانت ساعات هذه الأوقات من أول الليل والنهار أكثر؛ ومن كان بلده أقرب إلى المغرب كانت ساعات هذه الأوقات من آخر الليل وآخر النهار (الهمداني، 1884م)

8. من الأدلة العلمية الكبيرة التي تدل على كروية الأرض ودورانها حول محورها هو (بندول فوكو Foucault pendulum) الذي اخترعه الفيزيائي الفرنسي جان برنار ليون فوكو (توفي 1868م) J. B. L. Foucault؛ ففي عام 1851م، علَّق فوكوه كرةً كبيرة من الحديد وزنها 28 كغ في نهاية سلك طوله نحو 60م، فأخذت الكرة تتحرك، لكنَّ حركة بندول فوكوه لا تقع في مستوىٍ واحد. فمع الحركة الدورانية اليومية للأرض يظهر تغيرٌ في مستوى حركة البندول، ولكن تغيّر مستوي حركة البندول ظاهريٌّ فقط، فالأرض هي التي تدور تحت البندول، أما البندول فيبقى متحركاً في المستوى نفسه الذي بدأ فيه الحركة. وهذا التغيُّر لا يبدو ملحوظاً عند خط الاستواء ولكنه يكون واضحاً عند القطبين الشماليّ والجنوبيّ. (الموسوعة العربية العالمية، 2004)

ويمكن لمن يذهب إلى مؤسسة الكويت للتقدم العلمي في مدينة الكويت أن يشاهد بندول فوكو وهو يتحرك لوحده في بهو المؤسسة.

(الشكل 2.8) بندول فوكو عند القطب الشمالي: يتأرجح البندول في المستوي نفسه لأنّ الأرض تدور تحته.

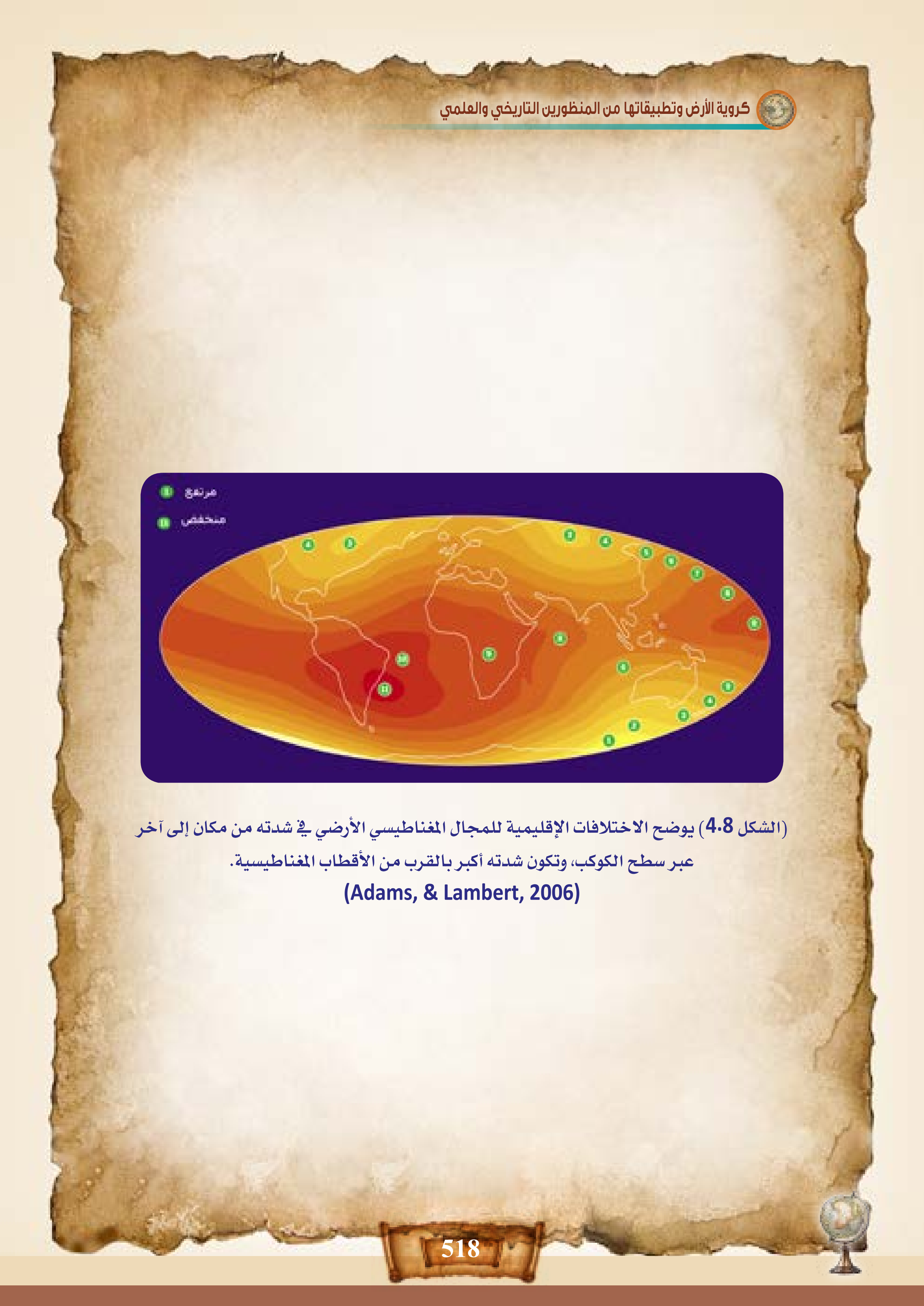
9. ظهور أثر أو مفعول كوروليس Coriolis effect، نسبةً إلى الفيزيائي الفرنسي غاسبار غوستاف كوريوليس (توفي 1843م) G. G. de Coriolis، يدل على تكوّر الأرض. ويعبّر هذا المفعول عن التأثير الظاهر لدوران الأرض على أي جسم يتحرك على سطح الكرة الأرضية. لا يمكن لأي شخص يمشي على قدميه أن يشعر بهذا التأثير وذلك نظراً لضآلته، إلا أنه يؤدي دوراً مهماً في مسارات الأجسام الطائرة والمتحركة فوق الأرض. فخط سير الصاروخ المنطلق فوق الأرض، على سبيل المثال، يبدو مستقيماً، إلاّ أنه يظهر مقوساً وكأنَّ شيئاً ما يدفعه إذا راقبه شخصٌ يدور مع الأرض، وهذا الدفع الظاهر هو مفعول كريوليس. من خصائص هذا المفعول أنه يمنع الرياح التي تهب من القطبين الشمالي والجنوبي ومن خط الاستواء من التحرك مباشرة نحو الشمال أو الجنوب، حيث تنحرف الرياح التي تهب نحو خط الاستواء باتجاه الغرب، كما تؤثر هذه القوة على اتجاه تيارات المحيطات (Persson, 2005).



(الشكل 3.8) نظراً لأن قوة كوريوليس هي الناتج المتقاطع بين متجه دوران الأرض (Ω) ومتجه السرعة، فإنها ستأخذ قيمها القصوى للحركات المتعامدة مع محور الأرض (**a**) وتختفي مع الحركات الموازية لمحور الأرض (**b**). تتأثر قوة كوريوليس القصوى، على سبيل المثال، بارتفاع الهواء باتجاه خط الاستواء (أو غياب نجم القطب) وعند خطوط العرض الوسطى. تختفي قوة كوريوليس لارتفاع الهواء في اتجاه القطب (أو الغياب باتجاه خط الاستواء). تتأثر الرياح الأفقية الغربية والشرقية على خط الاستواء بقوة كوريوليس، مع أن الانحراف يكون في الاتجاه الرأسي تماماً. **(Persson, 1998)**

10.تشبه الأرض مغناطيساً عملاقاً، وهي تدور حول خط وهمي يربط القطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي. وبالقرب من هذين القطبين فإن للأرض أيضاً قطباً مغنطيسياً، وهو الذي يجعل إبرة البوصلة تشير إلى الشمال. ويقع القطب المغناطيسي بالقرب من جزيرة إلف رنجنز في شمالي كندا على بعد 1400 كم تقريباً من القطب الشمالي. كما يقع القطب المغناطيسي الجنوبي بعيداً عن شاطئ ولكز لاند – وهي جزء من قارة القطب الجنوبي- على بعد 7502كم تقريباً من القطب الجنوبي. ويدل قياس شدة المجال على سطح الأرض على كرويتها، فهو عند خط الاستواء أقل ما تكون حيث تبلغ 25 نانوتسلا وتزداد شدة المجال كلما ابتعدنا شمالاً أو جنوباً لتصل إلى 60 نانوتسلا. وعند قياس اتجاه المجال عند خط الاستواء نجد أنه موازٍ تماماً لسطح الأرض وعمودي على هذا الخط وعند قياسه بعيداً عن خط الاستواء نجد أن الاتجاه يشير إلى جهة محددة وهي القطب الشمالي في مناطق الشمال والقطب الجنوبي في مناطق الجنوب.

(Chulliat, et al 2015)



(الشكل 4.8) يوضح الاختلافات الإقليمية للمجال المغناطيسي الأرضي في شدته من مكان إلى آخر عبر سطح الكوكب، وتكون شدته أكبر بالقرب من الأقطاب المغناطيسية.
(Adams, & Lambert, 2006)

6.8 الجيــوديسيا وتطبيقاتها

الجيوديسيا Geodesy هو فرع من فروع علم الجيوماتكس Geomatics (فرع العلم الذي يتعامل مع جمع وتحليل وتفسير البيانات المتعلقة بسطح الأرض) والمسح ورسم الخرائط وكذلك علوم الأرض. يقوم بدورٍ محوري في بناء أبحاث علوم الأرض للاقتصاد الوطني، وفي عملية المعلوماتية الاجتماعية. لقد سمح تقدم العلوم والتكنولوجيا الحديثة للجيوديسيا بإجراء تحول في صنع الحقبة، لكسر القيود الزمنية والمكانية للجيوديسيا الكلاسيكية التقليدية، والدخول في مرحلة جديدة من تطوير الجيوديسيا الحديثة، وفي المقام الأول الجيوديسيا الفضائية.

تشير المعطيات الجيوديسية إلى الأسطح والنقاط المرجعية، والمعالم ذات الصلة في المسح ورسم الخرائط، بما في ذلك بيانات الإحداثيات، والمراجع الرأسية، ومراجع السبر، وبيانات الجاذبية. وهي الأسطح أو النقاط المرجعية التي يقوم إجراء القياسات على أساسها وتوفر الأساس لإنشاء الأنظمة الجيوديسية. والأنظمة الجيوديسية هي امتداد لأنواع مختلفة من المسندات التي جرى القيام بها من خلال إنشاء شبكات التحكم الجيوديسية على مستوى البلاد، والتي تشمل نظام الإحداثيات الجيوديسية ونظام إحداثيات المستوى ونظام الارتفاع ونظام قياس الجاذبية.

1.6.8 أهــداف الجيوديســيا

وفقاً للتعريف الكلاسيكي الذي قدمه فريدريك روبرت هيلمرت (توفي 1917م) F.R. Helmert في عام 1880م، الجيوديسيا هو "علم قياس ورسم خرائط سطح الأرض". وقد احتفظ هذا التعريف بصلاحيته حتى يومنا هذا؛ فهو يتضمن تحديد مجال الجاذبية الخارجي للأرض بالإضافة إلى سطح قاع المحيط. مع هذا التعريف، الذي يجب توسيعه

ليشمل الاختلافات الزمنية للأرض ومجال الجاذبية الخاص بها، يمكن تضمين الجيوديسيا في علوم الأرض وأيضاً في العلوم الهندسية (Helmert 1880 ؛Torge and Müller 2012).

يمكن وصف أهداف الجيوديسيا، المتولدة من تعريف هيلمرت والمكمل جزئياً له، بشكل شامل، فهي أولاً لتحديد مواقع النقاط على سطح الأرض بدقة وتغيراتها، وثانياً لدراسة مجال جاذبية وشكل وحجم الأرض والظواهر الجيوديناميكية. يعتبر الهدف الأول بشكل عام هدف عملي للجيوديسيا والأثاني هو الهدف العلمي، هذان الهدفان مرتبطان ارتباطاً وثيقاً.

وتعتبر الجيوديسيا مجالاً تأسيسياً وتطبيقياً. كتخصص تطبيقي، تعد الجيوديسيا هي فرع من الجيوماتكس والمسح ورسم الخرائط. تدرس الجيوماتكس والمسح ورسم الخرائط بشكل أساسي جميع أشكال سطح الأرض؛ لذلك يجري دراسة وقياس شكل وحجم الأرض ومجال الجاذبية الخاص بها، ويجب إنشاء نظام إحداثيات موحد لإظهار المواضع الهندسية الدقيقة لنقطة عشوائية ما على سطح الأرض.

ومن ثم، عادة ما يلزم إجراء القياسات الجيوديسية قبل رسم الخرائط الطبوغرافية. من ناحية أخرى، كتخصص تأسيسي، فإن الجيوديسيا، في فهارس الموضوعات لبعض البلدان مثل الصين، هي فرع للجيوفيزياء، وتهتم الجيوفيزياء بشكل أساسي بحركة الأرض وحالتها ومكوناتها وقوة عملها وجميع أنواع العمليات الفيزيائية. ومن ثم، توفر الجيوديسيا معلومات هندسية وفيزيائية مكانية وديناميكية وكمية بدقة عالية ودقة عالية، وهي بمثابة وسيلة مهمة لدراسة الظواهر الجيوديناميكية مثل دوران الأرض، وحركة قشرة الأرض، وتغيرات سطح البحر، ويستخدم للتنبؤ بالكوارث الجيولوجية.

2.6.8 تصنيفات الجيوديسيا

وفقاً لنطاق مساحة الأرض المدروسة، يمكن تصنيف الجيوديسيا إلى الجيوديسيا الإهليلجية (أي الجيوديسيا النظرية، والمسح العالي)، ومسح التحكم الجيوديسي، والجيوديسيا البحرية، والجيوديسيا الهندسية (أي المسح المستوي). حيث تدرس الجيوديسيا الإهليلجية جسم الأرض ككل، وتحدد شكل الأرض ومجال الجاذبية الخارجي لها، وتؤسس للنظام المرجعي الجيوديسي.

يقيس مسح التحكم الجيوديسي إحداثيات وارتفاعات عدد كافٍ من النقاط السطحية داخل بلد واحد أو عدة دول في نظام مرجعي مختار بشكل مناسب ويؤسس شبكة جيوديسية وطنية موحدة لتلبية احتياجات رسم الخرائط الطبوغرافية والبناء الهندسي. أما الجيوديسيا البحرية فهي تنشئ شبكة تحكم جيوديسية على سطح الأرض المغطى بالمحيطات لتحديد المواقع على سطح البحر وتحت الماء ولقياس مجال الجاذبية البحرية وتضاريس سطح البحر والجيود البحرية. في حين تحدد الجيوديسيا الهندسية التفاصيل على سطح الأرض إقليمياً في منطقة صغيرة وتشير عادةً إلى المستوى الأفقي للقياس.

ترتبط الجيوديسيا الإهليلجية، ومسح التحكم الجيوديسي، والجيوديسيا البحرية، والجيوديسيا الهندسية ببعضها بعضاً ارتباطاً وثيقاً. يحتاج مسح التحكم الجيوديسي الوطني والجيوديسيا البحرية إلى الثوابت الجيوديسية والمراجع المرجعية التي يحددها المسح الجيوديسي العالمي من أجل تقليل نتائج الرصد مع مراعاة تأثير انحناء الأرض ومجال الجاذبية.

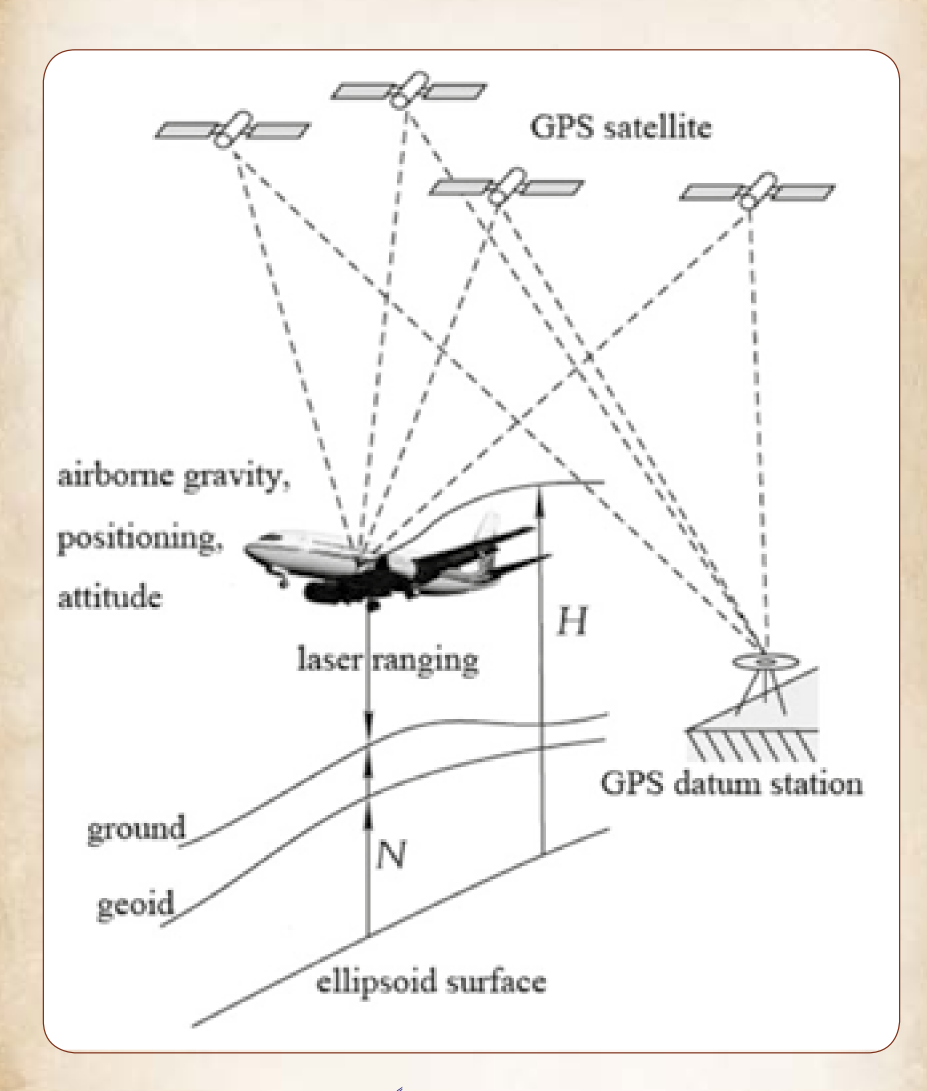
أما النتائج التي يجري الحصول عليها من مسح التحكم الجيوديسي الوطني والجيوديسيا البحرية فهي تزود الجيوديسيا الإهليلجية بمعلومات عن القياسات الهندسية والفيزيائية لسطح الأرض. وهنا أيضاً يجب

ربط الجيوديسيا الهندسية بشبكة التحكم الجيوديسية الوطنية لإحضار نتائجها إلى نظام الإحداثيات الموحد الوطني.

وفقًا للخصائص المكانية والزمانية للأرض التي تجري دراستها، يمكن تصنيف الجيوديسيا إلى جيوديسيا هندسية، وجيوديسيا فيزيائية، وجيوديسيا ديناميكية، وجيوديسيا متكاملة. تتبنى الجيوديسيا الهندسية طرقاً هندسية لدراسة شكل وحجم الأرض، وتعرض شبكة التحكم الجيوديسية الأرضية على الشكل الإهليلجي المرجعي المنتظم كأساس لحساب المواضع الهندسية لنقاط السطح. أما الجيوديسيا الفيزيائية فهي تهتم بمجال الجاذبية الخارجية للأرض عالمياً أو إقليمياً.

يؤسس لنظرية شكل الأرض بالطرائق الفيزيائية، ويعامل التموج الجيوديسي المرتبط بالمجسم الإهليلجي للأرض باستخدام البيانات المقاسة للجاذبية. تدرس الجيوديسيا الديناميكية الحركة الإقليمية والعالمية للأرض وتقدم تفسيرات فيزيائية عن طريق القياس الدقيق للمواضع المتغيرة بمرور الزمن للنقاط السطحية ومجال الجاذبية للأرض. تجمع الجيوديسيا المتكاملة بين المساحة الهندسية والفيزيائية وتتعامل مع جميع الكميات الهندسية والفيزيائية المرصودة للجيوديسيا في نموذج رياضي موحد ضمن نظام الإسناد الزماني والمكاني.

يمكن تقسيم الجيوديسيا - وفقاً للوسائل التقنية لتنفيذ المهام الأساسية- إلى الجيوديسيا الأرضية (الجيوديسيا التقليدية، أي الجيوديسيا الفلكية)، والجيوديسيا الفضائية (جيوديسيا الأقمار الصنعية)، وجيوديسيا القصور الذاتي (العطالة). حيث تستخدم الجيوديسيا الأرضية أدوات إلكترونية ضوئية لإجراء مسح هندسي أرضي لمسافات قصيرة (عادة أقصر من 50 كم) (تثليث، تسوية، مسح فلكي) وقياس الجاذبية لتحديد المواقع الأفقية وارتفاعات النقاط السطحية وحساب معاملات مجال الجاذبية المحلية بشكل غير مباشر.



(الشكل **1.6.8**) قياس الجاذبية المحمولة جواً **Airborne gravimetry** هو طريقة مستخدمة لتحديد تسارع الجاذبية بالقرب من الأرض باستخدام نظام استشعار عن بعد للجاذبية الجوية المتكاملة، والذي يتكون من طائرة كحاملة، ومقياس الجاذبية المحمولة جواً، ونظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)، ومقياس الارتفاع، وأجهزة تحديد الموضع، إلخ.

من خلال مراقبة الأجرام خارج كوكب الأرض (الأقمار الصنعية الأرضية، ومصادر الراديو الكوازارية (أشباه النجوم)، وما إلى ذلك)، تحدد الجيوديسيا الفضائية مواقع النقاط السطحية، بما في ذلك الموضع النسبي والموضع المطلق الذي يتعلق بمركز الأرض. وتستخدم تقنية الجاذبية القمرية الصنعية للحصول على معلومات حول مجال الجاذبية العالمي. وتطبق الجيوديسيا بالقصور الذاتي مبدأ القصور الذاتي (العطالة) لجسم متحرك في الميكانيكا لتنفيذ الوضع النسبي لنقاط السطح وقياس معلمات مجال الجاذبية.

لقد جرى بالفعل تشكيل نظام التكنولوجيا الجيوديسية الحديث الذي يركز على الجيوديسيا الفضائية والذي يمكن أن يوفر بيانات جيوديسية أكثر دقة ووفرة من النظام الكلاسيكي. إنه لم يقم فقط بتوسيع مجال تطبيقات الجيوديسيا في التنمية الاجتماعية والاقتصادية، بل قام أيضاً بتحسين وضعه باعتباره تخصصاً أساسياً في علوم الأرض.

3.6.8 تطبيقات الجيوديسيا في رسم الخرائط الطبوغرافية والبناء الهندسي والنقل

تتمثل الوظائف المهمة لشبكة التحكم الجيوديسي في رسم الخرائط الطبوغرافية في المقام الأول في:

1. التحكم في تراكم الأخطاء عند رسم الخرائط؛ فالأخطاء لا مفر منها في رسم الخرائط، على سبيل المثال، تظهر عندما نصور خط اتجاه أو نقيس مسافة معينة. بالكاد يمكن ملاحظتها في المناطق

الصغيرة، ولكنها ستنتشر وتتراكم تدريجياً في رسم خرائط مناطق كبيرة، مما يؤدي إلى انحراف كبير عن المواقع والميزات الطبوغرافية على الخريطة. إذا جرى استخدام شبكة جيوديسية كأساس للتحكم في رسم الخرائط، يمكن تقييد الأخطاء بين نقاط التحكم المجاورة لتجنب التراكم والانتشار لضمان دقة الخرائط.

2. توحيد أنظمة الإحداثيات. يجري رسم الخرائط الطبوغرافية الأساسية الوطنية بشكل عام تقسيماً فرعياً بواسطة أقسام مختلفة في مراحل مختلفة في أماكن مختلفة. نظراً لأن نظام إحداثيات النقاط في شبكة التحكم الجيوديسي موحد على مستوى الدولة بدقة متجانسة، فإن الطبقات المفقودة أو المتداخلة لا تحدث في رسم الخرائط، مما يضمن ربطاً جيداً تماماً لأوراق الخرائط المجاورة لتشكيل خريطة متكاملة.

3. حل التعارض بين السطح الإهليلجي والمستوى. الخريطة مسطحة، لكن الأرض تقريباً لها شكل بيضاوي دوار مع سطحٍ منحني غير قابل للتطوير يمكن أن ينهار أو يُقسّم إذا أُجبر على التّسطح، مما يشير إلى أنه لا يمكن للمرء تعيين المعالم مباشرة من سطح إهليلجي على مستوى. ومع ذلك، يمكن إسقاط مواقع نقاط التحكم الجيوديسية على شكل بيضاوي على مستوى من خلال طرائق رياضياتية معينة. لذلك يمكن التحكم في رسم الخرائط على المستوى وفقاً لمواضع النقاط هذه على المستوى.

في هذه الحالة، يجب إنشاء نقاط تحكم جيوديسية ذات تكثيف معين أولاً لرسم الخرائط الطبوغرافية. المسح الجيوديسي التقليدي

له كفاءة أقل، ويستهلك المزيد من الوقت، ويتطلب قوة عاملة أكبر واستثمارات ضخمة. مع التطور السريع للاقتصاد، تتزايد الطلبات على أنواع مختلفة من الخرائط المتوسطة وكبيرة الحجم أكثر، مما يعني أن هناك حاجة إلى تقنيات سريعة ودقيقة لتحديد المواقع ورسم الخرائط السريعة لتوفير منتج مضمون.

يمكن لأنظمة الأقمار الصنعية للملاحة العالمية الحديثة (GNSS)، مثل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، تحديد موقع نقطة في غضون 5-10 دقائق (مقارنة بعدة ساعات إلى أيام باستخدام الطرائق التقليدية) بدقة على مستوى السنتيمتر. يسمح نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) برسم خرائط سريعة على نطاق واسع عند استخدامه للتصوير الجوي وأنظمة رسم الخرائط التلقائية للسطح.

أما في مجال البناء الهندسي، فإنّ الأدوار المهمة للجيوديسيا هي:

1. بناء شبكة تحكم لرسم الخرائط لرسم الخرائط الطبوغرافية على نطاق واسع في مرحلة تصميم المشروع. يصمم المصممون المباني ويخططون المناطق على خرائط طبوغرافية واسعة النطاق. تعمل الجيوديسيا هنا على إنشاء شبكة التحكم في رسم الخرائط كأساس للتحكم في الخرائط.

2. بناء شبكة التحكم في البناء أثناء إنشاء المشروع. يستخدم مسح البناء بشكل أساسي لتحديد المباني المصممة على الخريطة والتأكد من أنها مبنية في المواقع المقصودة. مع المشروعات المختلفة، تختلف المهام الملموسة لمسوح البناء. على سبيل المثال، تتمثل المهمة الرئيسية

لمسح إنشاء النفق في التأكد من أن النفق الذي جرى حفره من اتجاهات متقابلة يمر عبره وفقاً للدقة المحددة. أثناء التخطيط، يجري حساب كل من الاتجاه والمسافة للأجهزة المثبتة على أساس شبكة التحكم، وبالتالي يجب إنشاء شبكة التحكم في البناء مسبقاً بالدقة المطلوبة.

3. بناء شبكة تحكم خاصة لمراقبة التشوه بهدف مراقبة تشوه المباني خلال مرحلة التشغيل بعد الانتهاء من المشروع. قد يؤدي التغيير في الحالة الأصلية لسطح الأرض أثناء إنشاء المشروع، إلى جانب وزن المباني، إلى تغييرات غير متجانسة في القاعدة الأرضية والطبقات المحيطة بها. إلى جانب ذلك، سيتشوه المبنى نفسه وأساسه أيضاً بسبب التغييرات في القاعدة الأرضية. مثل هذا التشوه، وبمجرد تجاوز حد معين، من شأنه أن يؤثر على الاستخدام العادي للمبنى أو حتى يعرض سلامته للخطر. في بعض المدن (مثل شنغهاي وتيانجين في الصين) يمكن أن يتسبب الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في هبوط الأراضي في مناطق وسط المدينة على نطاق واسع وإحداث أضرار. لذلك، خلال المرحلة التشغيلية بعد الانتهاء من البناء، يجب مراقبة التشوه لهذه المباني أو وسط المدينة. في هذه الحالة، يجب إنشاء شبكة تحكم لمراقبة التشوه بدقة عالية.

أما ما يتعلق بالنقل، فقد وفرت تقنية المسح الجيوديسي وتحديد المواقع ضمانات مهمة لتحسين كفاءة المرور وتقليل حوادث المرور.

تعتمد متطلبات النقل الخاصة بالكمية والفئة والجودة ومعلومات تحديد المواقع في الوقت الفعلي على مستوى تطور الإنتاج الاجتماعي

والاقتصاد والعلوم والتكنولوجيا. يتراوح مستوى الملاحة وتحديد المواقع لوسائل النقل القديمة من عدة كيلومترات إلى عشرات الكيلومترات بينما يتراوح مستوى النقل الجوي والبحري اليوم من عدة أمتار إلى عشرات الأمتار. يمكن أن توفر معدات (GPS) الحديثة تحديد المواقع في الوقت الفعلي بدقة على مستوى الديسيمتر أو حتى مستوى السنتيمتر، وهو أمر مهم جداً للمطارات الكبيرة ذات الإقلاع والهبوط المتكرر.

حالياً، يتزايد عدد السيارات في العالم بسرعة. وفقاً للإحصاءات، تراجعت حوادث المرور في السنوات الأخيرة في الغالب إلى فشل السائقين في التحديد السريع للمواقع والمسافات بين السيارات وافتقارهم إلى القدرة على الاستجابة السريعة أثناء تجاوز العقبات. في الوقت الحاضر، يجري تطبيق أنظمة عرض واستجابة تحديد المواقع التلقائي لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) على نطاق واسع، مما يقلل بشكل فعال حوادث المرور التي تسببها السيارات. هذه التركيبات ضرورية أيضاً للملاحة الداخلية في القنوات والموانئ الضيقة لتجنب حوادث اصطدام السفن. تمكن القدرة على الملاحة وتحديد المواقع عبر الأقمار الصنعية بكفاءة ودقة عالية من تقليل حوادث المرور بشكل كبير وتحسين كفاءة النقل بشكل كبير.

4.6.8 تطبيقات الجيوديسيا في تكنولوجيا الفضاء

يحتاج إطلاق المركبة الفضائية وتوجيهها وتتبعها والتحكم فيها عن بعد وإعادتها إلى نوعين أساسيين من الدعم من الجيوديسيا: أحدهما هو نظام إحداثيات جيوديسي دقيق ومواقع دقيقة لنقاط السطح (على سبيل المثال، نقطة الإطلاق ومحطة التتبع) في هذا النظام؛ والآخر هو نموذج دقيق لحقل الجاذبية ومعاملات دقيقة لحقل الجاذبية (تسارع الجاذبية، وانحراف العمودي، وما إلى ذلك) لنقاط السطح.

يستخدم نظام الإحداثيات الجيوديسية لوصف حركة المركبة الفضائية بالنسبة إلى الأرض، والتي تتحقق من خلال عدد معين من نقاط الإسناد لإحداثيات مركزية أرضية معروفة وموزعة على سطح الأرض. يتضمن إنشائها تحديد اتجاه محاور الإحداثيات الخاصة بها ومجسم إهليلجي عادي محدّد بوساطة أربعة معاملات أساسية هي (a، J2، ω، GM) شبكة التتبع الفضائي والقياس عن بُعد والقيادة (TT&C)، المكونة من محطة TT&C (بما في ذلك مركبة TT&C) في مشروع الفضاء، لتحديد الحالة المتحركة (المدار والموقف) وحالة العمل للمركبة الفضائية. إنه يتحكم ويضبط الحالة المتحركة للمركبة الفضائية، ويبني حالتها الطبيعية، ويدير الطائرات في حالتها المتحركة على المدى الطويل. يجري تحديد الموقع الدقيق لمحطة TT&C في نظام الإحداثيات الجيوديسية بدقة من خلال الطرائق الجيوديسية بينما يجري حل موضع المركبة الفضائية من إحداثيات المحطة المعينة لـ TT&C من خلال قياس المسافة الشعاعية ومعدل المدى وزاوية السمت وما شابه ذلك بين محطة TT&C والمركبة الفضائية أثناء التشغيل.

يوفر نموذج حقل الجاذبية قيداً مسبقاً على مجال الجاذبية لتحليل ووصف وتصميم جميع السلوك الميكانيكي للأجسام المتحركة على سطح الأرض وفي الفضاء الخارجي. يعتمد التحديد الدقيق لمدار القمر الصنعي على مستوى دقة معاملات التمدد المعروفة لإمكانات الجاذبية المزعجة في معادلتها الديناميكية للحركة المدارية. يمكن أن يضمن نموذج مجال الجاذبية الأرضية ذو الرتبة الأدنى دقة تحديد المدار الأرضي المنخفض (LEO)، القمر الصنعي عند مستوى الديسيمتر. ظهرت الجاذبية الفضائية، وهو مجال هامشي، مع تقدم تكنولوجيا الاستكشاف بين الكواكب. يهتم بشكل أساسي بتأثير الجاذبية الصغرى للأجسام المختبرة على المركبة الفضائية ويعتمد أساساً على نموذج مجال الجاذبية الأرضية عالي الدقة.

5.6.8 تطبيقات الجيوديسيا في أبحاث علوم الأرض

يجري ملاحظة مكونات وحركة وتطور نظام الأرض من قبل فروع مختلفة من علوم الأرض من جوانب مختلفة باستخدام طرائق مختلفة. تركز الجيوديسيا بشكل خاص على دراسة الخصائص الهندسية (المكانية) للأرض والخصائص الفيزيائية الأساسية (مجال الجاذبية) وتصف التغييرات. لقد جرى تطوير الصفائح التكتونية في أواخر خمسينات وأوائل ستينات من القرن الماضي وقادت التقدم الثوري لعلوم الأرض، وهو أمر مهم لتأسيس الرؤية العلمية (لإمكانية التنقل Mobilism) في علوم الأرض.

يعد تقدّم الجيوديسيا الحديثة وإدخال الجيوديسيا الفضائية أمراً ضرورياً في تعزيز تطوير علوم الأرض لأن الجيوديسيا تمكّن من الحصول

على معلومات مكثفة حول حركة الأرض ويسمح بتعزيز الوضع الأساسي للجيوديسيا بشكل أكثر عمقاً. لقد صارت التقنيات الجيوديسية الحديثة قوية في دعم أبحاث إمكانية التنقل ويمكن أن توفر معلومات أكثر وفرة ودقة للبحث الحالي في علوم الأرض.

مساهمات الجيوديسيا الحديثة بشكل رئيسي هي:

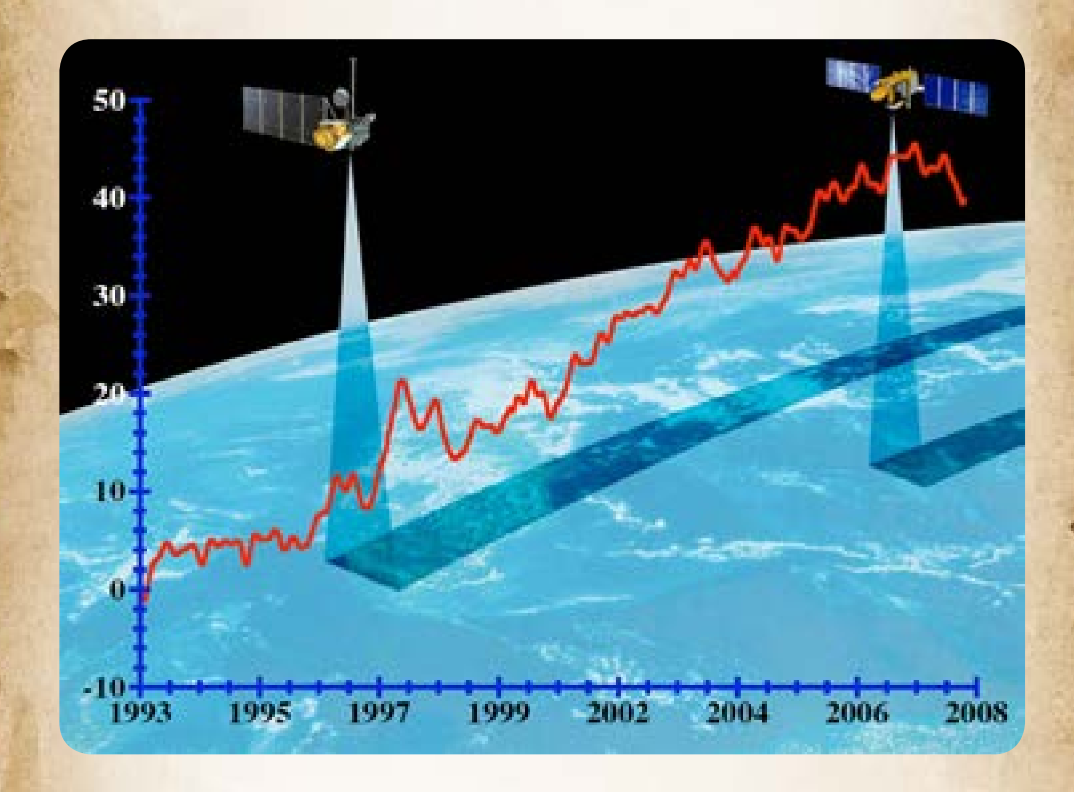
1. إنه لا يوفر فقط معلومات جيوديسية دقيقة لدراسة حركة الصفائح وتشوه القشرة، وإنما يوفر أيضاً طرائق جديدة لإنشاء نماذج حركية دقيقة لحركة الصفائح الحديثة وتشوه القشرة. إنّ قياس التداخل الأساسي الطويل جداً (VLBI)، ونطاق ليزر القمر الصنعي (SLR)، ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) قادرة على قياس السرعة الدقيقة والنسبية للصفائح بسرعة تقريبية تبلغ 1 مم / سنة لحساب متجه أويلر لحركة اللوحة النسبية مباشرةً من البيانات الفعلية. في العشرين عاماً الماضية، جرى الحصول على كمية هائلة من البيانات حول حركة الصفائح باستخدام التقنيات الجيوديسية؛ جرى اختبار صحة نموذج حركة الصفائح الحديثة (NUVEL-1) المشتق من البيانات الجيوفيزيائية والجيولوجية وإنشاء نماذج الرصد. في الوقت الحاضر، تحدد الجيوديسيا حركات القشرة الأرضية العالمية والإقليمية والمحلية بدقة غير مسبوقة للمكان والزمان، والتي بموجبها يمكن إنشاء نموذج الإجهاد والانفعال داخل الصفائح لاختبار مصداقية فرضية الصفيحة الصلبة واستنتاج التشوه الداخلي للصفائح، ولتوفير الأساس لشرح التصدع والزلازل والعمليات التكتونية الأخرى. لا يمكن حالياً تفسير بعض الجيولوجيا والهياكل بوساطة الصفائح التكتونية، والتي تنتظر المزيد من التحسين. لكن من المفترض أن تقدم الجيوديسيا مساهمة جديدة في ذلك.

2. ترتبط الاختلافات في الحركة القطبية وسرعة دوران الأرض بمعلومات حول بنية الأرض والعمليات الجيوديناميكية المتنوعة. كانت دقة معاملات دوران الأرض التي تحددها الجيوديسيا الفضائية هي الأداة الأكثر فعالية في استخراج وتمييز هذه المعلومات. استناداً إلى نماذج معينة (فرضية بنية الدائرة، وفرضية المرونة واللزوجة المرنة لغطاء الأرض ولبها، وما إلى ذلك) لبنية الأرض، يمكن إنشاء معادلات الدوران المقابلة لدراسة الحركة الاستباقية، والتحول، والحركة القطبية لمحاور الأرض الثلاثة (محور الدوران ومحور الشكل ومحور الزخم الزاوي)؛ يمكن التحقق من نموذج بنية الأرض وتعديله بمقارنة القيم المرصودة وقيم الاستدلال النظري. أحد الأمثلة على ذلك هو التصحيح الذي اقترحته VLBI البيانات المرصودة لسلسلة التأرجح الفلكي IAU1980، والتي دفعت إلى إعادة دراسة نموذج الأرض. تتضمن الحركة القطبية الحركة الحرة (تذبذب تشاندلر) التي تحددها مرونة الأرض التي تستمر لمدة 410-440 يوماً، والتذبذب القسري المتراكب الذي يستمر لمدة عام، والتأرجح الطفيف الذي يستمر لمدة يوم تقريباً، والتأرجح المنخفض السعة الذي يستمر لمدة فترة طويلة من 25-30 سنة. العوامل التي تسبب هذه التذبذبات في فترات مختلفة هي موضوع مركزي للجيوفيزياء الحديثة وتنطوي على سلسلة من القضايا المهمة جداً مثل تبادل الزخم الزاوي بين الأرض الصلبة والغلاف الجوي والبحر ولب الأرض، واحتكاك المد والجزر والتبديد. التغير في الزخم الزاوي الدوراني الناجم عن التغيرات المناخية الموسمية، وبنية اللزوجة المرنة في اللب والوشاح، وديناميات السوائل المغناطيسية النووية (دينامو مغناطيسي أرضي)،

والاقتـران الكهرومغناطيسـي للـب والوشـاح. يعتبـر العامـل التحفيـزي لطـول اليوم (LOD) متسـقاً تقريبـاً مع عامل تذبذب الحركة القطبيـة. لا يـزال هنـاك العديـد مـن الجوانـب والحـجـج حـول القضايـا المذكـورة أعـلاه في الجيوفيزيـاء. لقـد أُنشـأت الجيوديسـيا الحديثـة ونفـذت العديـد مـن البرامـج حـول العالـم لرصـد دوران الأرض وتراكمـت كميـة هائلـة مـن البيانـات المرصـودة. بالاقتـران مـع مزيـد مـن المعلومـات حـول الجيوفيزيـاء والأرصـاد الجويـة وعلـوم المحيطـات، مـن الممكـن اكتسـاب فهـم جديـد للقضايـا المذكـورة أعـلاه حـول بنيـة الأرض وديناميـاتها أو حتـى تحقيـق اختراقـات مـن خـلال التحليـل الدقيـق.

3. سـتوفر دقـة أكبـر في قيـاس مجـال جاذبيـة مـن خـلال سلسـلة مـن برامـج مسـح الجاذبيـة عبـر الأقمـار الصنعيـة، وسـيكون المسـح علـى نطـاق أوسـع للجاذبيـة الأرضيـة والبحريـة. سـيوفر هـذا الاكتشـاف الجيوديسـي بيانـات مهمـة لتحليـل وفهـم بنيـة الأرض وديناميـاتها.

4. يمكـن للتقنيـات الجيوديسـية الفضائيـة التطبيقيـة (خاصـة قيـاس ارتفـاع المحيطـات بوسـاطة الأقمـار الصنعيـة) رصـد التغيـرات علـى سـطح البحـر بدقـة عاليـة وتحديـد تضاريـس سـطح البحـر وتغيراتها. يمكـن اسـتخدام هـذه المعلومـات لدراسـة قضايـا الأرصـاد الجويـة والأوقيانوغرافيـة مثـل الاحتبـاس الحـراري ودورات الغـلاف الجـوي والمحيطـات، إلـخ.



(الشكل 2.6.8) يوضح هذا الرسم البياني الارتفاع في مستوى سطح البحر العالمي (بالمليمترات) الذي جرى قياسه بواسطة بعثة مقياس الارتفاع للمحيطات التابعة لناسا / CNES TOPEX / Poseidon (على اليسار) بعثتها التالية Jason-1 (Image credit: University of Colorado)

5. تشهد الأرض – بوصفها نظام ديناميكي- عمليات ديناميكية معقدة جدًا. وتوفر الجيوديسيا -من خلال نظامها النظري الفريد وطرق المسح – بيانات كمية ونوعية تتعلق بالعمليات الديناميكية على جميع أنواع المقاييس المكانية والزمانية وتكشف عن جوهر العمليات الديناميكية بالاقتران مع التخصصات الأخرى ذات الصلة بعلوم الأرض.

6.6.8 تطبيقات الجيوديسيا في تنمية الموارد ومراقبة البيئة وحمايتها

يعتبر استغلال الموارد، وخاصة تطوير الطاقة، قضية ملحة للنمو الاقتصادي السريع اليوم. تعد الخرائط الطبوغرافية بمقاييس مختلفة وبيانات الجاذبية الدقيقة بيانات أساسية لا غنى عنها لاستكشاف كل من الموارد البرية والبحرية. على سبيل المثال، في أوائل الثمانينات، جرى إنشاء شبكة دوبلر الفضائية في حوض تسايدام، شمال غرب الصين، كما قدم مسح الجاذبية هناك بيانات جيوديسية دقيقة لاستكشاف وتطوير حقل النفط. الجيوديسيا مهمة بشكل خاص لاستكشاف وتطوير حقول النفط والغاز تحت الجرف القاري. يمكن أن توفر بيانات قياس الارتفاع برادار القمر الصنعي جنبًا إلى جنب مع مسوحات الجاذبية بوساطة السفن البحرية والتسوية بين محطات المد والجزر الساحلية الجيود البحرية وتضاريس سطح البحر وخريطة شذوذ الجاذبية دقة عالية في المناطق البحرية.

يمكن لتطبيق تحديد المواقع الراديوية على سطح البحر، ولا سيما تحديد المواقع البحرية لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) جنباً إلى جنب مع تحديد مواقع السونار تحت سطح البحر، إنشاء شبكة تحكم جيوديسية بحرية ثلاثية الأبعاد (3D) ورسم خرائط طبوغرافية واسعة

النطاق تحت سطح البحر. تتيح البيانات الجيوديسية البحرية المقترنة بالبيانات الجيوفيزيائية البحرية مثل المسوحات الجيومغناطيسية البحرية وأخذ عينات من صخور الحفر تقدير التشكل واحتياطيات النفط والغاز تحت سطح البحر.

يمكن أن توفر البيانات أيضاً أساساً للتحديد الدقيق لمواقع آبار النفط، والعمل الميداني البحري وتحت الماء، وتحديد المواقع (أو استعادة) منصات الحفر، وتوزيع الأنابيب تحت سطح البحر، وتركيب أو إعادة الاتصال بأجهزة الكشف تحت الماء. يمكن أن توفر الخصائص الفورية والسريعة والدقيقة لتقنيات تحديد المواقع عبر الأقمار الصنعية الضمان الضروري لإدارة المعلومات الديناميكية والإنتاج والقيادة واتخاذ القرار والتشغيل الآمن والمستقر في استكشاف الموارد واستغلالها. تجري الجيوديسيا خلال العملية الكاملة لتنمية الموارد من الاستكشاف إلى الاستغلال. تعد التقنيات الجيوديسية الحديثة مهمة جداً لاستكشاف وتطوير الموارد المعدنية، وخاصة موارد الطاقة من المحيطات.

يعدّ الاحترار العالمي والتلوث البحري والجوي من الاهتمامات البيئية العالمية في عالم اليوم. ولا تزال البلدان النامية تعاني من مشاكل التدهور البيئي الإقليمي، مثل تآكل التربة الناجم عن المياه، والتصحر الناجم عن اختلال التوازن البيئي مع تقلص الغطاء الحِراجي وتدهور الأراضي العشبية، وانتشار كميات كبيرة من الغبار في الغلاف الجوي للأرض، والأمطار الحمضية المتكررة في المدن الصناعية بسبب الإفراط بنسبٍ مرتفعة من الفحم المستخدم كمصدر للطاقة، ومساحات كبيرة من تلوث المياه الناتج عن عدم التحكم في تصريف النفايات الصناعية، وما إلى ذلك. لا يهدد التدهور البيئي الظروف المعيشية للبشر ونوعية الحياة فحسب، بل يقيد التنمية الاقتصادية بشكل خطير.

جذب تأثير الاحتباس الحراري انتباه العلماء في جميع أنحاء العالم. أحد الأمثلة على ذلك هو أن الاحتباس الحراري قد أُدرج كقضية مهمة للمناقشة في مؤتمر الأمم المتحدة لعام 1992 حول البيئة والتنمية (UNCED). يمكن أن يؤدي تأثير الاحتباس الحراري إلى ذوبان الصفائح الجليدية القطبية، وانخفاض كثافة مياه البحر، وارتفاع مستويات سطح البحر على نطاق عالمي. هذا، إذا جرى دمجه مع المعدل العالمي المقدر لارتفاع مستوى سطح البحر البالغ 3.1 ± 0.4 مم / سنة كما هو ملاحظ بواسطة قياس الارتفاع بالأقمار الصنعية، ويمكن أن يتسبب في تغيرات بيئية مثل تآكل الشواطئ، وانخفاض مستوى الأرض، وتكوين التربة الناجم عن مياه البحر، والتي سوف -بمرور الوقت- تعرض الظروف المعيشية لسكان الساحل لخطر كبير.

قد تغمر مياه البحر العديد من المناطق الساحلية والجزر. وتتمثل الاستراتيجية في أخذ هذا الأمر على محمل الجد ومراقبة هذه العملية بدقة والتحكم في أسبابها البشرية (على سبيل المثال، تقليل كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وحظر إزالة الغابات، وما إلى ذلك). إن أكثر الوسائل فعالية لرصد هذا التغيير العالمي هي المسح الجيوديسي للفضاء وأهم طريقة هي استخدام مقاييس المد والجزر (GNSS) ومعالجة البيانات بالرجوع إلى خدمة النظام العالمي للملاحة عبر الأقمار الصنعية (IGS)، وذلك لتحليل التغيرات في مستوى سطح البحر في نظام الإحداثيات الجيوديسية الدقيقة وفقاً لنتائج المراقبة طويلة المدى.

إن برامج قياس الجاذبية بوساطة الأقمار الصنعية التي جرى تنفيذها مؤخراً، مثل Gravity Field و Steady-State Ocean Circulation

Explorer (GOCE)، قادرة على مراقبة تغير الجاذبية الناجم عن ذوبان الأنهار الجليدية والصفائح الجليدية. أداة أخرى مهمة لقياس الجليد هي (CryoSat-2) المصمم خصيصاً لرادار الموجات الصغرية (الميكروويف) في جميع الأحوال الجوية، وهو قادر على اكتشاف التغيرات في سماكة الجليد في حدود 1 سم. يمكن أن تساعد هذه البيانات في التنبؤ بتأثير ذوبان الجليد القطبي على نماذج دوران المحيطات، ومستويات سطح البحر، والمناخ العالمي.

لقد أدركت البلدان في جميع أنحاء العالم أن التدابير المضادة لحماية البيئة يجب أن تؤخذ جنباً إلى جنب مع التنمية الاقتصادية؛ فالقضايا البيئية هي مصدر قلق عالمي. إن الانكماش المتزايد في غابات الأمازون المطيرة في البرازيل والغابات الاستوائية المطيرة في جنوب شرق آسيا، وتدمير الغابات الأفريقية الأولية، وانتشار التصحر في بعض المناطق كلها عوامل تؤثر سلباً على المناخ العالمي ويمكن أن تؤدي إلى كوارث الفيضانات والجفاف.

لذلك، يجب إنشاء نظام عالمي لرصد البيئة ويجب أن يكون لدى كل بلد نظام رصد سليم. وتتمثل التدابير الرئيسية في تطوير أقمار صنعية للاستشعار عن بعد، وإنشاء نظام معلومات جغرافية ديناميكي (GIS)، وإجراء تقييمات دقيقة وكمية للتغيرات البيئية بشكل دوري. يحتاج تطوير نظام المراقبة هذا إلى دعم الجيوديسيا، إذْ يتطلب إطلاق الأقمار الصنعية القريبة من الأرض نماذج دقيقة لمجال الجاذبية الأرضية، وتحتاج محطات الإطلاق والتتبع إلى إحداثيات مركزية دقيقة، وإنشاء نظام المعلومات الجغرافية يتطلب معلومات حول مواقع النقاط والضوابط. تخدم الجيوديسيا بشكل غير مباشر في هذا النظام ولذلك هي مهمة جداً ولا غنى عنها.

7.6.8 تطبيقات الجيوديسيا في الوقاية من الكوارث ومقاومتها والتخفيف من حدتها

عادة ما تتسبب الكوارث الطبيعية، وخاصة الزلازل والفيضانات والعواصف الاستوائية الشديدة، في أضرار وخسائر جسيمة للبشر. وفقًا لإحصاءات وزارة الأراضي والموارد بجمهورية الصين الشعبية، بلغ متوسط الخسائر المالية الناجمة عن الكوارث الجيولوجية فقط في الصين نحو 4300 مليون دولار أمريكي سنوياً منذ عام 2008، وفي السنوات التي شهدت كوارث متكررة، بلغت الخسائر. بسبب جميع أنواع الكوارث الطبيعية يمكن أن تصل إلى سدس الناتج المحلي الإجمالي الصيني.

لذلك، تفكر الدول في جميع أنحاء العالم كثيراً للوقاية من الكوارث ومكافحتها. في الوقت الحاضر، باستثناء العواصف الاستوائية (التي يمكن التنبؤ بها بدقة إلى حد كبير)، لا يزال من الصعب التنبؤ بنجاح بالزلازل الهائلة، مما يعكس عدم كفاية معرفة الإنسان بعلوم الأرض. لا يزال هناك طريق طويل لنقطعه لتحسين قدرتنا على منع الكوارث الطبيعية والتخفيف من حدتها، وهي بعثة مهمة لعلوم الأرض، بما في ذلك الجيوديسيا.

ستكون التقنيات الجيوديسية الحديثة، وخاصة الجيوديسيا الفضائية، ذات أهمية متزايدة في البحوث المتعلقة برصد الزلازل والتنبؤ بها. يجري توزّع معظم الزلازل على طول مناطق اندساس الصفائح ومناطق الصدع النشطة داخل الصفيحة. وفقاً للإحصاءات التاريخية للزلازل، فإن النشاط الزلزالي للمنطقة الزلزالية له دورية إحصائية معينة. وقد جرى بالفعل التعرف على الأدلة الجيولوجية على الزلازل التي حدثت في عصور ما قبل التاريخ في مناطق اندساس الصفائح في شمال غرب المحيط الهادئ، وتتوافق نتائج الدراسات الجيوديسية على سلالات القشرة الأرضية مع

تراكم الإجهاد المرن في الفترة بين زلزالين، مما يدعم وجهة نظر فترة تكرار الأرض التي أساسها المادي هو نظرية الارتداد المرن. تعمل هذه النظرية أيضاً كأساس لاستخدام الطريقة الجيوديسية لرصد سلالات القشرة الأرضية في منطقة زلزالية على مدى فترة طويلة لتوفير معلومات للتنبؤ بالزلازل على المدى المتوسط والقصير.

يمكن للجيوديسيا أن تراقب العملية الكاملة لتراكم وإطلاق السلالات المنشورية، والقصورية، وما بعد الزلزالية، ومن الممكن إنشاء وضع سلائف الزلازل، والجمع بين هذا مع نتائج الرصد الجيوفيزيائية من مقياس سلالة البئر، ومقياس تمدد المحطة، ومقياس الزحف، وما إلى ذلك. على سبيل المثال، قدم التنبؤ الناجح قصير المدى لزلزال هايتشنغ (مقاطعة لياونينغ، الصين) عام 1975 إنذاراً واضحاً لزلزال قصير المدى. يرتبط الزلزال بحركات الصفائح العالمية، لذلك عندما تنحرف السرعة النسبية بوضوح عن السرعة المتوسطة، مما يشير إلى أن تراكم الإجهاد عند حدود الصفائح أعلى من المتوسط، فمن المحتمل أن يحدث زلزال.

أنشأت بعض البلدان مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان أنظمة مراقبة كثيفة للتشوه الجيوديسي، بما في ذلك محطات GPS و VLBI و SLR في المناطق الزلزالية. على سبيل المثال، قامت الولايات المتحدة الأمريكية بتوزيع شبكات المراقبة الأوتوماتيكية لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في منطقة صدع سان أندرياس. بالطبع، التنبؤ بالزلازل معقد جداً، ونحن على يقين من أنه لن تكون هناك توقعات دقيقة للزلازل على الإطلاق. قد نعلم أن زلزالاً على وشك الحدوث، ولكن لا يمكن التنبؤ بأية معلومات حول التاريخ والوقت أو موقع مركز الزلزال أو عمق مركز الزلزال أو أي بيانات مهمة أخرى خلال المائة عام القادمة.



(الشكل 3.6.8) مثال مرئي لكوكبة مؤلفة من 24 قمر صنعي **GPS** تتحرك مع دوران الأرض. ويتغير عدد الأقمار الصنعية المعروضة من نقطة معينة على سطح الأرض إلى أخرى مع مرور الوقت. (**Zhiping et al, Geodesy**)

الجيوديسيا مهمة بنفس القدر في منع أنواع أخرى من الكوارث الجيولوجية، على سبيل المثال، مراقبة الانهيارات الأرضية وتدفق الطين. في عام 1986، تنبأ معهد أبحاث الصخور والانهيارات الأرضية Rockfall and Landslide في مقاطعة هوبي، جامعة ممرات الصين الثلاثة China Three Gorges بدقة بحدوث انهيار أرضي مدمر بالقرب من منطقة زينتان على نهر اليانغتسي من خلال المراقبة الجيوديسية، مما أدى بنجاح إلى منع الإصابات وتقليل الخسائر المالية للسكان بشكل كبير.

يمكن أن تسبب ظاهرة إلنينو تغيرات مناخية كارثية طويلة الأمد، إذْ تؤدي حالات الشذوذ في توزيع درجة حرارة البحر ودوران المحيطات إلى تغير غير طبيعي في توزيع كتلة الغلاف الجوي من خلال التفاعل بين المحيط والغلاف الجوي، مما أدى إلى حدوث فيضانات في بعض الأماكن وجفاف في أماكن أخرى. بسبب تبادل الزخم الزاوي، يتسبب التغيير في توزيع كتلة الغلاف الجوي في حدوث تغيير في الزخم الزاوي للأرض ويؤثر على سرعة دوران الأرض. عندما حدثت أزمة إلنينو 1982-1983، تباطأ دوران الأرض. وباستخدام تقنيات VLBI و SLR المستخدمة اليوم، يمكن قياس التغيرات في سرعة دوران الأرض بدقة، مما يتيح التنبؤ بظاهرة إلنينو لعدة سنوات (على سبيل المثال 3 سنوات).

(الشكل **4.6.8**) يتكون نظام **SLR** من جزأين رئيسيين، ليزر جوال على الأرض وقمر ليزر في الفضاء. تشتمل أجهزة الجوال على سبعة أجزاء: الليزر، والتلسكوب، والرأس الكهروضوئي، ونظام قياس موضع النبض، ونظام الوقت والتردد، ونظام المؤازرة، والحاسوب.

(Satellite Laser Tacking at the Lustbühel Observatory near Graz, Austria)



تحدث الكوارث في العالم كل عام حوادث الطائرات، وحطام السفن، وحوادث المرور، وفقدان الأشخاص في البيئات القاسية وما إلى ذلك. تصبح كيفية إجراء عمليات الإنقاذ الفعالة في الوقت المناسب هي الشغل الشاغل للناس. في الماضي، تم استخدام إشارات الاستغاثة اللاسلكية (SOS) لطلب المساعدة، ولكن غالباً لا يمكن تحديد الموقع الدقيق للموقع وبالتالي ستتأثر سرعة الإنقاذ. حالياً جرى بالفعل إنشاء نظام إنقاذ عبر الأقمار الصنعية دولياً ويستخدم تقنية تحديد المواقع السريع (GPS) واتصالات الأقمار الصنعية للسماح لمنظمات الإنقاذ الدولية بتحديد موقع الموقع بسرعة وتنظيم أنشطة الإنقاذ في الوقت المناسب (Zhiping et al, Geodesy).



المصادر والمراجع

أولاً: المراجع الأجنبية

Abetti, Giorgio, (1954(, The History of Astronomy, 1st ed, Sidgwick & Jackson, London.

Adams, Simon, & Lambert, David, (2006), Earth Science, The Diagram Group, New York.

Alhazen, (1572), Opticae Thesaurus. Ed. Federico Risnero, Basileae, per Episcopios.

Allaby, Michael, (2009), Earth Science: A Scientific History of the Solid Earth, Facts on File, New York.

Aristotle, De Caelo; (1922), BOOK II. 13, L. Stocks and H. H. Joachim, Oxford University Press, New York.

Benno Van Dalen. Mohammad Bagheri, (2020), « Books I and IV of Kūshyār ibn Labbān's Jāmi' Zīj: An Arabic astronomical handbook by an eleventh-century Iranian scholar. (doctoral dissertation), Mathematical Institute, University of Utrecht, 2006.Also obtainable online from the digital archive of Utrecht University at:http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2007-0109-200521/UUindex.html», Abstracta Iranica [En ligne], Volume 29 | 2008, document 304, mis en ligne le 15 septembre 2008, consulté le 11 octobre.

Bryant, Walter W., (1907), A History of Astronomy, London, Methuen & Co., London.

Chulliat, A.; Macmillan, S.; Alken, P.; Beggan, C.; Nair, M.; Hamilton, B.; Woods, A.; Ridley, V.; Maus, S.; Thomson, A. (2015). The US/UK World Magnetic Model for 2015-2020, (Report). National Geophysical Data Center. Retrieved 21 February 2016.

Davidson, Martin, (1947), The Stars And The Mind, Scientific Book Club, London.

Dutta, Amartya Kumar, (2006), Aryabhata and Axial Rotation of Earth - Khagola (The Celestial Sphere), Resonance, March.

Dreyer, John Louis Emil, (1953), A History of Astronomy from Thales

to Kepler, 2ed, Dover books, New York.

Eastwood, Bruce S., (2007), Ordering the Heavens, History of Science and Medicine Library, Vol. 4, Medieval and Early Modern Science, Brill, Leiden.

Faulkner, Danny, (2019), Falling Flat: Refutation of Flat Earth, Master Books, Green Forest, Arkansas.

Forbes, George, (1909), History of Astronomy, G. P. Putnam's Sons, New York.

Ferreiro, Larrie D., (2011), Measure of the Earth, Basic Books, New York.

Flammarion, Camille, (1888), L'atmosphère: météorologie populaire. Paris, Hachette.

Freudenthal, Gad, (2011), Science in Medieval Jewish Cultures, Cambridge University Press, Cambridge, New York.

Frisinger, H., (1973), Aristotle's Legacy in Meteorology, Bulletin of the American Meteorological Society volume 3 issue 3.

Graßhoff, Gerd, & Michael Meyer, (2016), Longitude, Group Articles, Special Volume 6, Space and Knowledge, Topoi Research.

Garwood, Christine, (2008), Flat Earth: The History of an Infamous Idea, Pan Books, London.

Gregory, Stephan, (2017), Leuchtende Luft: Mimesis des Atmosphärischen bei Aretino und Tizian, in Büttner, Urs & Teilen, Ines (Hg.), Phänomene der Atmosphäre, J.B. Metzler ist Teil von Springer Nature, Dörlemann Satz, Lemförde.

Harris, Rollin Arthur, (1898), Manual of tides, Part 1, Govt. Print. Off., Washington.

H. Shu, Frank, (1982), Physical Universe: An Introduction to Astronomy, University Science Books, Sausalito, California.

Kaempffert, Waldemar, (1909), History of the Universe-Astronomy, Vol. 1, Current literature publishing company, New York.

Kelley, David H., & Milone, Eugene F., (2005), Exploring Ancient

Skies: an encyclopedic survey of Archaeoastronomy, Springer, New York.

Khanikoff, N., (1858 - 1860), Analysis and Extracts of Book of the Balance of Wisdom, An Arabic Work on the Water-Balance, Written by 'Al-Khâzinî in the Twelfth Century, Journal of the American Oriental Society, Vol. 6.

King, Henry C, (1957), Background of Astronomy, Watts & Co, London.

King, David A., (2000), Too Many Cooks. .. A New Account of the Earliest Muslim Geodetic Measurements, Suhayl. International Journal for the History of the Exact and Natural Sciences in Islamic Civilisation, [en línia], Vol. 1.

Koleva, Vesselina, and Kolev, Dimiter, (1996), Astronomical Traditions in Past Cultures, Bulgarian Academy of Sciences (NAOR), Sofia.

Kusky, Timothy, (2005), Encyclopedia of Earth Science, Facts On File, Inc., New York.

Lewis, George Cornewall, (1862), An Historical survey of the astronomy of the ancients, Parker, Son, and Bourn, London.

Linton, C.M., (2007), From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy, Loughborough University.

Menon, C. P. S., (1932), Early Astronomy and Cosmology, Allen & Unwin, London.

Mercier, Raymond P., (1992), Geodesy, Cartography in the Traditional Islamic and South Asian Societies, Vol. 2, Book One, Edited by: J. B. Harley and David Woodward.

Moore, Patrick, (2000), The Data Book of Astronomy, Institute of Physics, London.

Muhammedis Fil. Ketiri Ferganensis, (1669), qui vulgo Alfraganus dicitur, Elementa astronomica, Arabicè & Latinè. Cum notis ad res exoticas sive Orientales, quae in iis occurrunt, Amsterdam.

Newcomb, Simon, (1907), Astronomy for everybody, McClure, Phillips & Co. New York.

Neugebauer, O., (1969) The Exact Sciences in Antiquity 2nd ed, Dover Publications, New York.

Padmanabhan, Thanu, (2014), Astronomy in India: A Historical Perspective, Indian National Science Academy, Platinum jubilee special volume, New Delhi.

Persson, Anders O., (1998), How Do We Understand the Coriolis Force?, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 79, No. 7, July.

Persson, Anders O., (2005), The Coriolis Effect: Four centuries of conflict between common sense and mathematics, Part I: A history to 1885, History of Meteorology 2.

Schiavon, Martina, (2010), Geodesy and Mapmaking in France and Algeria: Between Army Officers and Observatory Scientists,in the: the heavens on earth: Observatories and Astronomy in NineteenthCentury Science and Culture Edited by David Aubin, Charlotte Bigg, and H. Otto Sibum, Duke University press, Durham and London.

Sivin, Nathan, (2009), The Chinese Astronomical Reform of 1280, Springer, New York.

Slade, Harold E., & Ferguson, W.E., (1909), Geology, Vol.2, The Science History of the Universe, Current literature publishing company, New York.

Smith, James R., (1997), Introduction to Geodesy: the history and concepts of modern geodesy, John Wiley & Sons, New York.

Thiel, Rudolf, (1958), and There Was Light: The Discovery of the Universe, Translated from the German: Richard and Clara Winston, Andre Deutsch, London.

Todd, David Peck, (1906), A New Astronomy, American Book Company, New York.

Wolf, A., (1962), History Of Science Technology In 16th-17th, 2ed., Vol.1, Ruskin House, London.

ثانياً: المراجع العربية

ابن أبي أصيبعة، أحمد، عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: الدكتور نزار رضا، دار مكتبة الحياة، بيروت، 1965م.

أحمد، إبراهيم إمام، تاريخ علم الفلك عند العرب، المكتبة الثقافية25-، وزارة الثقافة وارشاد القومي، القاهرة، 1960م.

أحمد، كرم حلمي فرحات، تأثيرات الحضارة الإسلامية في الحضارة الصينية في الرياضيات والفلك والطب والصيدلة والهندسة المعمارية والآلية، مجلة جامعة الشارقة للعلوم الإنسانية والاجتماعية المجلد 8، عدد 2، جمادى الآخرة 1432هـ / يونيو 2011م.

إخوان الصفا، رسائل إخوان الصفا، مجلد2، دار صادر، بيروت، (د.ت).

الإدريسي، محمد، نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، ج1، عالم الكتب، بيروت، 1989م.

الإدريسي، محمد، نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، مخطوطة محفوظة في مكتبة بودليان، رقم (MS. Pococke 375).

أفلاطون، الطيماوس واكريتيس، تحقيق وتقديم: البير ريفو، ترجمة: فؤاد جرجي بربارة، الهيئة العامة للكتاب، دمشق، 2014م.

الأنطاكي، داوود، تذكرة أولي الألباب والجامع للعجب العجاب، ج1، المكتبة الثقافية، بيروت، (د.ت).

الإيجي، عضد الدين، كتاب المواقف، ط1، ج2، تحقيق: عبد الرحمن عميرة، دار الجيل، بيروت، 1997م.

برصوم، أغناطيوس، اللؤلؤ المنثور في تاريخ العلوم والآداب السريانية، مطبعة السلامة، حمص، 1943م.

البكري، أبو عبيد، المسالك والممالك، ج1، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 1992م.

بيرم، محمد، رسالة حول كروية الأرض وأحوال النيرين، مخطوطة موجودة في مكتبة الملك عبد العزيز العامة، الرياض، رقم (636).

البيروني، أبو الريحان، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق: ب. بولجاكوف، نشرها معهد المخطوطات العربية في مجلته، المجلد 8، 1962م، وقد أعاد معهد المخطوطات العربية بجامعة فرانكفورت بإعادة نشرها ضمن سلسلة الجغرافيا الإسلامية المجلد 25، 1992م.

البيروني، أبو الريحان، تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة، ط2، عالم الكتب، بيروت، 1982م.

البيروني، أبو الريحان، التفهيم لأوائل صناعة التنجيم، مخطوطة موجودة في المكتبة البريطانية، رقم (Or 8349).

البيروني، أبو الريحان، القانون المسعودي، ج1، ط1، دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن بالهند، 1954م.

البيروني، أبو الريحان، كتاب الاسطرلاب، مخطوطة مكتبة الدولة، برلين، رقم (Petermann-I-672).

التفتازاني، سعد الدين، شرح المقاصد في علم الكلام، ج3، ط2، تحقيق: عبد الرحمن عميرة، عالم الكتب، بيروت، 1998م.

التميمي المقدسي، محمد بن حمد، مادة البقاء، تحقيق: يحيى شعار، ط1، معهد المخطوطات العربية، القاهرة، 1999م.

جرداق، حنا منصور، مآثر العرب في الرياضيات والفلك، المطبعة الأميركانية، بيروت، 1937م.

جريبين، جون، الحياة السرية للشمس، ترجمة: لبنى الريدي، ط1، سلسلة الألف كتاب الثاني، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2008م.

الجغميني، محمود، الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة الكونغرس، واشنطن، رقم (QB225).

ابن الجوزي، سبط، مرآة الزمان في تواريخ الأعيان، ط1، ج 1، تحقيق وتعليق: محمد بركات، كامل محمد الخراط، عمار ريحاوي، محمد رضوان عرقسوسي، أنور طالب، فادي المغربي، رضوان مامو، محمد معتز كريم الدين، زاهر إسحاق، محمد أنس الخن، إبراهيم الزيبق، دار الرسالة العالمية، دمشق، 2013م.

الجيلي، كوشيار بن لبان، رسالة في الأبعاد والأجرام، ط1، جمعية دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، 1943م.

حاجي خليفة، مصطفى بن عبد الله كاتب جلبي، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون، ج1، مكتبة المثنى، بغداد، 1941م.

ابن حزم الأندلسي، علي بن أحمد، الفصل في الملل والأهواء والنحل، ج2، مكتبة الخانجي، القاهرة، (د.ت).

ابن حوقل، محمد، صورة الأرض، ج2، دار صادر، أفست ليدن، بيروت، 1938م.

الحموي، ياقوت، معجم البلدان، ج1، ط2، دار صادر، بيروت، 1995م.

حميدان، زهير، أعلام الحضارة العربية والإسلامية في العلوم الاساسية والتطبيقية، ط1، وزارة الثقافة، دمشق، 1995م.

ابن حيان، جابر، مختارات رسائل جابر بن حيان، عني بتصحيحها: بول كراوس، مكتبة الخانجي، القاهرة، 1936م.

الخازن، أبو الفتح، ميزان الحكمة، تحقيق: فؤاد جميعان، شركة فن الطباعة، القاهرة، 1974م.

ابن خرداذبة، عبيد الله بن أحمد، المسالك والممالك، دار صادر أفست ليدن، بيروت، 1889م.

الخرقي، محمد بن أحمد، التبصرة في الهيئة، مخطوطة موجودة في مكتبة ويلكم، لندن، رقم (WMS Arabic 290).

خصباك، شاكر، الجغرافية عند العرب، ضمن موسوعة الحضارة الإسلامية، ج1، ط1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1995م.

الخطيب، محب الدين، العرب والكرة الأرضية، مجلة الزهراء، مجلد 4، ج 1-2، ربيع الأول-ربيع الثاني، 1927م.

ابن خلدون، المقدمة، تحقيق: عبد الله محمد الدرويش، ط1، ج2، توزيع دار يعرب، دمشق، 2004م.

ابن خلكان، أحمد بن محمد بن إبراهيم، وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان، ج4، ج6، تحقيق: إحسان عباس، دار صادر، بيروت، 1972م.

الخوارزمي، محمد بن موسى، كتاب صورة الأرض، تحقيق: هانس فون مزيك، دار ومكتبة بيبلون، جبيل، 2009م.

الخوارزمي، محمد بن موسى، كتاب صورة الأرض، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185).

الخويلى، ابن الخليل، أقاليم التعاليم في الفنون السبعة، مخطوطة المكتبة الوطنية بباريس، رقم (Arabe 2321).

ابن داعر، عبد الله، أسنى المطالب وأنس اللبيب الطالب، مخطوطة مكتبة نور عثمانية بإستانبول، رقم (2986).

ابن الدَّوَاداري، أبو بكر بن عبد الله بن أيبك، كنز الدرر وجامع الغرر، ج5، حققه

مجموعة من المحققين، نشره عيسى البابي الحلبي، نشر بين عامي 1960-1994م.

الذهبي، شمس الدين، سير أعلام النبلاء، ط3، ج5، تحقيق: مجموعة من المحققين بإشراف الشيخ شعيب الأرناؤوط، مؤسسة الرسالة، بيروت، 1985م.

الراجحي، عبد الغني، الأرض والشمس في منظور الفكر الإسلامي، وزارة الأوقاف، دراسات في الإسلام، العدد 239، السنة العشرون، القاهرة، 1981م.

الرازي، فخر الدين، المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات، ط2، ج2، منشورات بيدار، قم، 1990م.

راشد، رشدي، العلوم الرياضية المتعلقة بكوكب الأرض، علوم الأرض في المخطوطات الإسلامية، أبحاث المؤتمر الخامس لمؤسسة الفرقان للتراث الإسلامي، 24-25 نوفمبر، 1999م، تحرير: إبراهيم شبوح، لندن، 2005م.

ابن رسته، أحمد بن عمر، الأعلاق النفيسة، ج7، طبع بمطبعة بريل، 1891م.

الرفاعي، الشيخ عبد الجبار، لمحة تاريخية سريعة حول تحقيق التراث ونشره وإسهام إيران في ذلك (1)، مجلة تراثنا، العدد 35-36، السنة التاسعة، مؤسسة آل البيت عليهم السلام لإحياء التراث، 1414هـ / قم، 1993م.

الزهري الغرناطي، محمد بن أبي بكر، كتاب الجغرافية، تحقيق: محمد حاج صادق، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، (د.ت).

سارتون، جورج، تاريخ العلم، ترجمة: لفيف من العلماء، ج4، ط1، المركز القومي للترجمة، العدد 1638، القاهرة، 2010م

ابن سباهي، محمد بن علي البروسوي، أوضح المسالك إلى معرفة البلدان والممالك، ط1، تحقيق: المهدي عبد الرواضية، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 2006م.

سزكين، فؤاد، تاريخ التراث العربي (أحكام التنجيم والآثار العلوية)، ط1، المجلد 7، ترجمة: عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض، 1999م.

سزكين، فؤاد، تاريخ التراث العربي (الرياضيات حتى نحو 430 هـ)، مجلد5، ج1، ترجمة: عبد الله عبد الله حجازي وحسن محيي الدين حميدة ومحمد عبد المجيد علي، جامعة الملك سعود، الرياض، 2002م.

سزكين، فؤاد، تاريخ التراث العربي (علم الفلك حتى نحو 430 هـ)، مجلد6، ج1، ترجمة: عبد الله عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض، 2008م.

السويسي، محمد، آراء بعض المستشرقين حول التراث العلمي العربي والردّ عليها، بحث منشور ضمن كتاب مناهج المستشرقين في الدراسات العربية الإسلامية،

ج2، صدر في إطار الاحتفال بالقرن الخامس عشر الهجري، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، الرياض، 1985م.

ابن سعيد المغربي، عليّ بن موسى، كتاب الجغرافيا، تحقيق: إسماعيل العربي، المكتب التجاري للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 1970م.

ابن سينا، أبو علي، تعليقات الشيخ الرئيس، رسالة ضمن مجموع رسائل، مكتبة جامعة برنستون، (ELS. رقم 308).

ابن سينا، أبو علي، الشفاء الطبيعيات، ط2، تحقيق: محمود قاسم، مكتبة سماحة آية الله العظمى المرعشي النجفي الكبرى، قم، 2012م.

شوقي، جلال، أبو بكر الرازي وبحوثه في العلم الطبيعي، مجلة عالم الفكر، المجلد 14، العدد 2، تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون، الكويت، 1983م.

الشيخ المفيد، محمّد بن محمّد بن النعمان، أوائل المقالات، ط1، تحقيق: الشيخ إبراهيم الأنصاري، المؤتمر العالمي لألفية الشيخ المفيد، قم، 1992م.

الشيرازي، قطب الدين، نهاية الإدراك في دراية الأفلاك، مخطوطة مكتبة الدولة في برلين، رقم (Petermann I 674).

شيخ الربوة، شمس الدين، نخبة الدهر في عجائب البر والبحر، اعتنى بطبعه ونشره: م. فرين، ثم أغطس مهرن، بطرسبورغ، 1865م.

صاييلي، آيدن، المراصد الفلكية في العالم الإسلامي، ترجمة: عبد الله العمر، سلسلة الكتب المترجمة، ط1، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، 1995م.

صروف، يعقوب، بسائط جيولوجية، وزارة المعارف العمومية، القاهرة، 1932م.

الصفدي، الوافي بالوفيات، ج4، تحقيق: أحمد الأرناؤوط وتركي مصطفى، دار إحياء التراث العربي، بيروت، 2000م.

الصوفي، عبد الرحمن، المدخل إلى علم النجوم وأحكامه، مخطوطة مكتبة بيازيد باستنبول، رقم (9048).

الصوفي، عبد الرحمن، أبعاد الأجرام، مجموع مخطوط في المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2330).

ضاي، ميادة، الملامح الهندسية لعلم الأراضة في التراث العربي، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، حلب، 1994م.

طاليس المليطي، تاريخ الفلاسفة، ترجمة: السيد عبد الله حسين، ط1، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، 2007م.

الطرابلسي، نوفل، صناجة الطرب في تقدمات العرب، ط2، دار الرائد العربي، بيروت، 1982م.

ابن طفيل، محمد بن عبد الملك، حي بن يقظان، مؤسسة هنداوي، القاهرة، 2011م.

الطوسي، نصير الدين، شرح كتاب بطلميوس، مخطوطة موجودة في مكتبة ويلكم، لندن، برقم (WMS Arabic 507).

العاملي، بهاء الدين، هذه حديقة الهلالية من حديقة الصالحين، مخطوطة محفوظة في مكتبة لا له لي بإستانبول، رقم (2126).

العاني، دحام إسماعيل، موجز تاريخ العلم، ج1، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، 2002م.

العراقي، محمد عاطف، الفلسفة الطبيعية عند ابن سينا، ط2، دار المعارف، القاهرة، 1983م.

العرضي، مؤيد الدين، كتاب الهيئة، تحقيق: جورج صليبا، ط2، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (2)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1995م.

عفيفي، زينب، الفلسفة الطبيعية والإلهية عند الفارابي، دار الوفاء، الإسكندرية، 2002م.

عفيفي، محمد الصادق، تطور الفكر العلمي عند المسلمين، مكتبة الخانجي، القاهرة، 1977م.

العقاد، أنور عبد الغني، الجغرافية الفلكية، دار المريخ، الرياض، 1983م.

علي، شفيق عبد الرحمن، الجغرافية الفلكية، دار الفكر العربي، القاهرة، 1978م.

علي، محمود محمد، الأصول الشرقية للعلم اليوناني، ط1، عين للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية، القاهرة، 1998م.

العمري، ابن فضل الله، مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، ج1، ط1، تحقيق: كامل سلمان الجبوري، دار الكتب العلمية، بيروت، 2010م.

العمري، عبد الله، ومحمد، عادل كامل، الجيولوجيا العامة، ط1، الجمعية السعودية لعلوم الأرض، 2020م.

غالب، مصطفى، أبقراط، دار ومكتبة الهلال، بيروت، 1987م.

غالب، مصطفى، ابن طفيل، دار ومكتبة الهلال، بيروت، 1991م.

غريبين، جون، تاريخ العلم (1543-2001م)، ترجمة: شوقي جلال، سلسلة عالم المعرفة389-، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 2012م.

غصيب، هشام، دراسات في تاريخية العلم، ط1، دار التنوير العلمي-المؤسسة العربية للدراسات والنشر، عمّان-بيروت، 1993م.

غنيمة، عبد الفتاح مصطفى، فلسفة العلوم الطبيعية، (د.ن)، (د. ت)، القاهرة.

غولدشتاين، برنارد ر.، إرث العلم العربي في العبرية، بحث ضمن موسوعة تاريخ العلوم العربية، ط2، ج1، إشراف: رشد راشد، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2005م.

فاخوري، محمود وخوام، صلاح الدين، موسوعة وحدات القياس العربية، ط 1، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، 2002م.

أبو الفداء، عماد الدين إسماعيل بن علي، تقويم البلدان، ط1، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، 2006م.

فردي، جان بيار، تاريخ علم الفلك القديم والكلاسيكي، ط1، ترجمة: ريما بركات، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2009م.

ابن الفرضي، عبد الله بن محمد، تاريخ علماء الأندلس، ج2، ط2، عُني بنشره؛ وصححه؛ ووقف على طبعه: عزت العطار الحسيني، مكتبة الخانجي، القاهرة، 1988م.

الفرغاني، أحمد بن محمد بن كثير، كتاب الفرغاني في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم، بتفسير الشيخ الفاضل يعقوب غوليوس، أمستردام، 1669م.

فروخ، عمر، تاريخ العلوم عند العرب، دار العلم للملايين، بيروت، 1970م.

فروخ، عمر، تاريخ الفكر العربي إلى أيام ابن خلدون، ط4، دار العلم للملايين، بيروت، 1983م.

ابن الفقيه أحمد بن محمد بن إسحاق بن إبراهيم الهمذاني، البلدان، ط1، تحقيق: يوسف الهادي، عالم الكتب، بيروت، 1996م.

فلوطرخس، كتاب فلوطرخس في الآراء الطبيعية التي ترضى بها الفلاسفة، ضمن كتاب أرسطوطاليس في النفس، تحقيق: عبد الرحمن بدوي، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1954م.

فولمان، ويليام تي، وداعاً نظرية مركزية الأرض، ترجمة: أسامة فاروق حسن، ط1، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، 2015م.

الفندي، محمد جمال وأحمد، إمام إبراهيم، أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني، سلسلة أعلام العرب رقم 77، دار الكاتب العربي للطباعة النشر، القاهرة، 1968م.

فيدمان، إيلهارد، مقالات في تاريخ العلوم العربية، ترجمة: عبد الله عبد الله حجازي، مجلد1، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، 2017م.

فيرنيه، خوان وسامسو، خوليو، تطور العلم العربي في الأندلس، بحث ضمن موسوعة تاريخ العلوم العربية، ط2، ج1، إشراف: رشد راشد، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2005م.

قاضي زاده رومي، شرح الملخص في الهيئة، مخطوطة موجودة في المكتبة السليمانية، إستانبول، رقم (353).

القبيصي، عبد العزيز، ما شرحه القبيصي من كتاب الفصول للفرغاني، مخطوطة ضمن مجموع مكتبة آيا صوفيا، بإستنبول، رقم (4832).

ابن قرة، ثابت، رسالة في ذكر الأفلاك وخلقها وعدد حركاتها ومقدار مسيرها، ضمن مجموع مخطوط، مكتبة آيا صوفيا، رقم (4832).

القزويني، زكريا بن محمد بن محمود، عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات، تحقيق: محمد بن يوسف القاضي، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، 2006م.

القلقشندي، أحمد بن علي، صبح الأعشى في صناعة الإنشاء، ج3، تحقيق: محمد حسين شمس الدين، دار الكتب العلمية، بيروت، 1987م.

الكراجكي، محمد بن علي، كنز الفوائد، ج2، تحقيق: عبد الله نعمة، دار الذخائر، القاهرة، 1990م.

كراوس، بول، مختار رسائل جابر بن حيان، مطبعة الخانجي، القاهرة، 1935م.

الكرجي، أبو بكر، إنباط المياه الخفية، ط1، دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، 1940م.

كرم، يوسف، تاريخ الفلسفة اليونانية، مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر، القاهرة، 1936م.

ابن كمونة، سعد بن منصور، الجديد في الحكمة، تحقيق: حميد مرعيد الكبيسي، وزارة الأوقاف والشؤون الدينية، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، 1982م.

ابن كندغدي، سلامش، البستان في عجائب الأرض والبلدان، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2212).

كنيدي، إدوارد، الجغرافيا الرياضية، بحث ضمن موسوعة تاريخ العلوم العربية، ط2، ج1، إشراف: رشد راشد، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2005م.

الماجدي، خزعل، موسوعة الفلك، ط1، دار أسامة، عمّان، 2001م.

محمد، صباح محمود، الطقس والمناخ، الموسوعة الصغيرة (89)، دار الجاحظ، بغداد، (د. ت).

المزاري، إسماعيل بن عودة، طلوع سعد السعود، ط1، ج1، تحقيق: يحيى بو عزيز، دار الغرب الإسلامي، بيروت، 1990م.

المسعودي، أبو الحسن، التنبيه والأشراف، تصحيح: عبد الله إسماعيل الصاوي، دار الصاوي، القاهرة، (د. ت).

المسعودي، أبو الحسن، مروج الذهب ومعادن الجوهر، اعتنى به وراجعه: كمال حسن مرعي، ط1، ج1، المكتبة العصرية، صيدا-بيروت، 2005م.

المعلم، إبراهيم، الأرض، دار الشروق، القاهرة، (د. ت).

المقدسي البشاري، شمس الدين، أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم، ط3، مكتبة مدبولي القاهرة، 1991م.

المقدسي، المطهر بن طاهر، البدء والتاريخ، ج2، مكتبة الثقافة الدينية، بور سعيد، (د. ت).

المقريزي، أحمد بن علي، المواعظ والاعتبار بذكر الخطط والآثار، ط1، ج1، دار الكتب العلمية، بيروت، 1997م.

مكدمورت، مارتن، نظريات علم الكلام عند الشيخ المفيد، ط1، تعريب: علي هاشم، مجمع البحوث الإسلامية، مشهد، 1992م.

مورلون، ريجيس، علم الفلك العربي-بانوراما عامة، بحث منشور على موقع دراسات في التراث العلميّ العربي جذوره وامتداداته، الجمعيّة اللبنانيّة لتاريخ العلوم العربيّة، بيروت، 2019م، https://www.ziadeh.net/copyright/morelon-astro-pan-a1.pdf،

موريه، ليون، الوجيز في الجيولوجيا، ترجمة: يوسف خوري وعبد الرحمن حميدة، ط1، دار طلاس، دمشق، 1987م.

مؤلف مجهول، حدود العالم من المشرق إلى المغرب، تحقيق وترجمة: يوسف الهادي، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، 2002م.

مؤلف مجهول، رسالة في الجغرافية، مجموع مخطوط موجود في مكتبة مجلس شوراي ملي، طهران، رقم (4343).

مؤلف مجهول، مجموع مخطوط موجود في مكتبة أسعد أفندي، إستنبول، رقم (3704).

مؤلف مجهول، كتاب في الجغرافية، مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس، رقم (Arabe 2185).

ابن منظور، محمد بن مكرم بن علي، لسان العرب، ط3، ج7، دار صادر، بيروت، 1993م.

نخبة من العلماء، العلم وأزمنته، ترجمة: أيمن توفيق، ط1، المجلد 1، ج2، المركز القومي للترجمة، العدد 1961، القاهرة، 2015م.

ابن النديم، محمد، الفهرست، ط2، تحقيق: إبراهيم رمضان، دار المعرفة، بيروت، 1997م.

نصر، سيد حسين، مقدمة إلى العقائد الكونية الإسلامية، ترجمة: سيف الدين القصير، دار الحوار، اللاذقية، ط1، 1991م.

نلينو، كرلو، علم الفلك: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، ط2، أوراق شرقية، بيروت، 1993م.

النويري، محمد بن قاسم، كتاب الإلمام بالإعلام فيما جرت به الأحكام والأمور المقضية في وقعة الإسكندرية، تحقيق: عزيز سوريال عطية، مطبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، 1970م.

النيسابوري، أبو رشيد، المسائل في الخلاف بين البصريين والبغداديين، تحقيق: معن زيادة ورضوان السيد، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1979م.

الهمداني، ابن الحائك، صفة جزيرة العرب، مطبعة بريل، ليدن، 1884م.

ابن الهيثم، الحسن، قول في هيئة العالم، مخطوطة موجودة ضمن مجموع في المكتبة البريطانية، رقم (IO Islamic 1270).

الوزير السراج، محمد بن محمد، الحلل السندسية في الأخبار التونسية، مطبعة الدولة التونسية، تونس، 1870م.

الوطواط، محمد بن إبراهيم، المختار من مباهج الفكر ومناهج العبر في إبراز ودائع الصور من إحراز بدائع الفطر، مخطوطة مكتبة السليمانية في إستانبول، رقم (788).

ثالثاً: مراجع على شبكة (الإنترنت)

https://www.google.com/maps/@34.2682502,89.375011,5z

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flammarion_Colored.jpg

http://status.com.pk/watch/MTI2MjkzMTU2MjA3NjkxNQ

https://www.theverge.com/2018/12/13/18130973/space-karman-line-definition-boundary-atmosphere-astronauts

المصطلحات العلمية

Altazimuth	السمت الارتفاعي
Antipodes	النقائض
Atmosphere	الغلاف الجوي
Canopus	سهيل
Earth’s circumference	محيط الأرض
Erath mass	كتلة الأرض
Flammarion engraving	نقش فلاماريون
Flat Earth	الأرض المسطحة
Geodesical Method	الطريقة الجيوديسية
Geodesy	الجيوديسيا
Horizon depression method	طريقة انحطاط الأفق المرئي
Magnitude	القدْرَ
Meteorologica	الآثار العلوية
Navel-stone	حجر السرة
North Pole	القطب الشمالي
Oblate sphuroid	شبه كروي مفلطح
Oceanus	الأوقيانوس
Parsec	الفرسخ
Pendulum	الرّقّاص (البندول)
Pied à coulisse	القدمة الورنية
Prolatr spheroid	شبه كروي متطاول
Spherical projection	الإسقاط الكروي
sphericity of the Earth	كروية الأرض
Staticks Law	قانون ستاتيكس
Toise	تواز
Triangulation	التثليث
Twilight	الشفق
Tychonic	علم الكونيات التيخوني
Zetetic Astronomy	علم الفلك الزيتّي



أ.د. عبد الله بن محمد العمري
www.alamrigeo.com

المناصب الإدارية والفنية :
- ❖ دكتوراه في الجيوفيزياء عام 1990 م من جامعة مينيسوتا ـ أمريكا
- ❖ المشرف على مركز الدراسات الزلزالية- جامعة الملك سعود
- ❖ المشرف على كرسي استكشاف الموارد المائية في الربع الخالي
- ❖ المشرف على مركز الطاقة الحرارية الارضية بجامعة الملك سعود
- ❖ رئيس الجمعية السعودية لعلوم الأرض
- ❖ رئيس قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء ـ جامعة الملك سعود
- ❖ مؤسس ورئيس تحرير المجلة العربية للعلوم الجيولوجية AJGS
- ❖ رئيس فريق برنامج زمالة عالم مع جامعة أوريغون الحكومية الأمريكية ومعهد ماكس بلانك الألماني

الاستشارات والعضويات :
- مستشار مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
- مستشار هيئة المساحة الجيولوجية و هيئة المساحة العسكرية والدفاع المدني
- مستشار مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة
- مستشار هيئة الرقابة النووية والاشعاعية
- باحث رئيس في عدة مشاريع بحثية مدعمه من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية وشركة أرامكو
- باحث رئيس في مشاريع مدعمه من وزارة الطاقة الأمريكية وجامعة كاليفورنيا ومعمل ليفرمور الأمريكي LLNL
- عضو الجمعية الأمريكية للزلازل
- عضو الاتحاد الأمريكي للجيوفيزياء
- عضو الاتحاد الأوروبي للجيولوجيين
- عضو لجنة كود البناء السعودي وعضو المنتدى الخليجي للزلازل GSF
- عضو لجنة تخفيف مخاطر الزلازل في دول شرق البحر الأبيض المتوسط RELEMR
- باحث رئيسي ومشارك في مشاريع بحثية مع جامعات الاباما وبنسلفانيا وأوريغون الامريكية
- ضمن قائمة (المنجزون البارزون العرب) من قبل منظمة ريفاسيمنتو الدولية
- ضمن قائمة Who's Who في قارة اسيا للتميز العلمي
- ضمن قائمة Who's Who في العالم للإسهامات العلمية

النشر العلمي والتأليف :
- ❖ نشر أكثر من **150** بحث علمي في مجلات محكمة
- ❖ ألف **23** كتاب علمي
- ❖ أصدر موسوعة رقمية في علوم الأرض من **14**مجلد و107 ملف علمي

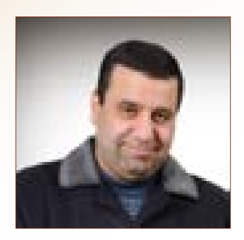
المشاريع البحثية :
- ❖ **انجز** 40 مشروع بحثي محلي و **16** مشروع بحثي دولي و **74** تقرير فني

المؤتمرات والندوات :
- ❖ شارك في أكثر من **125** مؤتمر محلي ودولي و **75** ندوة وورشة عمل متخصصة.

التعاون الدولي :
- ❖ باحث رئيسي في **13** مجموعة عمل أمريكية وألمانية

الجوائـــز :
- ❖ حصل على جائزة المراعي للإبداع العلمي عام **2005 م**
- ❖ حصل على جائزة التميز الذهبي من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية عام **2006 م**
- ❖ حصل على جائزة أبها التقديرية للإسهامات العلمية عام **2007م**
- ❖ حصل على جائزة جامعة الملك سعود للتميز العلمي عام **2013 م**
- ❖ حصل على جائزة الاتحاد الامريكي للجيوفيزياء للتعاون الدولي والنشاط البحثي عام **2013 م**
- ❖ حصل على جائزة جامعة السلطان قابوس للإسهامات العلمية عام **2013 م**
- ❖ حصل على جائزة الملك سعود لإدراج المجلة العربية للعلوم الجيولوجية في قائمة الـ ISI
- ❖ حصل على جائزة أفضل رئيس تحرير مجلة علمية عام **2017** من الناشر الألماني SPRINGER
- ❖ حصل على جائزة ألبرت نيلسون ماركيز للإنجاز مدى الحياة عام **2018** من منظمة Who's Who العالمية

دروع التكريـــم :
- ❖ حصل على **85** درع تكريمي وشهادات تقدير من المملكة وعمان والكويت والامارات والاردن ومصر وتونس والجزائر وألمانيا وامريكا



الدكتور سائر بصمه جي
Dr. SAER BASMAJI

السيرة العلمية الموجزة

المؤهلات العلمية والأكاديمية:
- **حاصل الدكتوراه في تاريخ العلوم الأساسية بتقدير امتياز من معهد التراث العلمي العربي- جامعة حلب.**
- **يعمل حالياً كباحث متفرغ للبحث العلمي، وكمستشار لعددٍ من المؤسسات العلمية والتقنية في سورية.**

الإنجازات العلمية:
- ألقى عشرات المحاضرات العلمية المبسطة للعامة في المراكز الثقافية العربية.
- نشر حتى تاريخه / 48 / مقال وبحث علمي في مجال تاريخ العلوم العربية والإسلامية.
- نشر حتى تاريخه / 18 / كتاب مؤلف ومترجم في مجال تاريخ العلوم العربية والإسلامية.
- أسهم في تأسيس متحف تاريخ الطب والعلوم بحلب (للتعريف بإسهامات وإنجازات العلماء العرب في فترة الحضارة العربية) بالتعاون مع وزارة الثقافة في سورية، عام 2011.
- أسهم في متحف تاريخ العلوم في المكتبة الوقفية بحلب بالتعاون مع وزارة الأوقاف في سورية، عام 2011.
- أسهم بشكل كبير وفعّال في رفد الثقافة العلمية العربية بالكثير من الأعمال العلمية والتقنية،
- وقد أنجز في ذلك:
  - 1 – تأسيس أول قبة فلكية في سورية.
  - 2 – تأسيس أول مشروع للروبوت التعليمي في سورية.
  - 3 – نشر أكثر من 30 كتاب في مجال العلوم.
  - 4 – نشر أكثر من 600 مقال علمي مبسط في مختلف مجالات العلوم.
- حصل على العديد من الشهادات والجوائز التقديرية داخل وخارج سورية.



ردمک : 8 – 9496 – 03 – 603 – 978